

PCT/JP2004/008887

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

11. 8. 2004

REC'D 30 SEP 2004

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 6月25日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-180959  
[ST. 10/C]: [JP2003-180959]

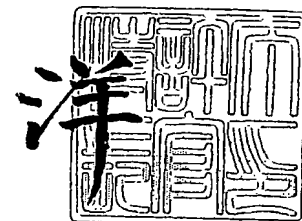
出 願 人  
Applicant(s): 日本精工株式会社  
NSKステアリングシステムズ株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 9月16日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3083568

【書類名】 特許願

【整理番号】 NSK030738

【提出日】 平成15年 6月25日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 B62D 5/04

【発明の名称】 ウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 群馬県前橋市総社町一丁目 8 番 1 号 N S Kステアリングシステムズ株式会社内

    【氏名】 瀬川 徹

【特許出願人】

    【識別番号】 000004204

    【氏名又は名称】 日本精工株式会社

【特許出願人】

    【識別番号】 302066629

    【氏名又は名称】 N S Kステアリングシステムズ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100087457

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小山 武男

【選任した代理人】

    【識別番号】 100120190

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 中井 俊

【選任した代理人】

    【識別番号】 100056833

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 小山 欽造

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035183

【納付金額】 21,000円

【プルーフの要否】 要

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0117920

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾性体とを備え、このウォームホイールは、アシスト軸に固定自在としたものであり、上記ウォーム軸は、両端寄り部分を1対の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛合するものであり、上記弾性体は、予圧パッドを介して、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであり、この予圧パッドは、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されており、且つ、上記弾性体の弾力に基づく予圧パッド自身の弾性変形により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくしているウォーム減速機。

【請求項2】 ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾性体とを備え、このウォームホイールは、アシスト軸に固定自在としたものであり、上記ウォーム軸は、両端寄り部分を1対の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛合するものであり、上記弾性体は、予圧パッドを介して、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものであり、この予圧パッドは、1対の素子から成り、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されており、且つ、上記弾性体の弾力に基づき、上記1対の素子を互いに離れる方向に変位させる事により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくしているウォーム減速機。

【請求項3】 案内面に沿う予圧パッドの変位可能な方向が、ウォーム軸の中心軸と、このウォーム軸に設けたウォームとウォームホイールとの噛合部とを含む仮想平面に対し傾斜している、請求項1又は請求項2に記載したウォーム減速機。

【請求項4】 後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオ

ン又はこのピニオンに支持した部材と噛合させたラックと、請求項1～3の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備え、アシスト軸が、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛合するサブピニオンとのうちの何れかの部材である、電動式パワーステアリング装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

この発明に係るウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置は、例えば、自動車の操舵装置に組み込み、電動モータの出力を補助動力として利用する事により、運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為に利用する。又、この発明に係るウォーム減速機は、電動式パワーステアリング装置以外に、電動ベッド、電動テーブル、電動椅子、リフター等の各種機械装置に組み込むリニアアクチュエータ等に組み込んで使用する。

##### 【0002】

#### 【従来の技術】

操舵輪（フォークリフト等の特殊車両を除き、通常は前輪）に舵角を付与する際に運転者がステアリングホイールを操作する為に要する力の軽減を図る為の装置として、パワーステアリング装置が広く使用されている。又、この様なパワーステアリング装置で、補助動力源として電動モータを使用する電動式パワーステアリング装置も、近年普及し始めている。電動式パワーステアリング装置は、油圧式のパワーステアリング装置に比べて小型・軽量にでき、補助動力の大きさ（トルク）の制御が容易で、しかもエンジンの動力損失が少ない等の利点がある。図18は、この様な電動式パワーステアリング装置の、従来から知られている基本構成を略示している。

##### 【0003】

ステアリングホイール 1 の操作に基づいて回転するステアリングシャフト 2 の中間部には、このステアリングホイール 1 からこのステアリングシャフト 2 に加えられるトルクの方角と大きさを検出するトルクセンサ 3 と、減速機 4 とを設けている。この減速機 4 の出力側は上記ステアリングシャフト 2 の中間部に結合し、同じく入力側は電動モータ 5 の回転軸に結合している。又、上記トルクセンサ 3 の検出信号は、車速を表す信号と共に、上記電動モータ 5 への通電を制御する為の制御器 6 に入力している。又、上記減速機 4 として従来から、大きなリード角を有し、動力の伝達方角に関して可逆性を有するウォーム減速機を、一般的に使用している。即ち、回転力受取部材であるウォームホイールを上記ステアリングシャフト 2 の中間部に固定すると共に、回転力付与部材であり上記電動モータ 5 の回転軸に結合固定したウォーム軸のウォームを、上記ウォームホイールと噛合させている。

#### 【0004】

操舵輪 14 に舵角を付与する為、上記ステアリングホイール 1 を操作し、上記ステアリングシャフト 2 が回転すると、上記トルクセンサ 3 がこのステアリングシャフト 2 の回転方角とトルクとを検出し、その検出値を表す信号を上記制御器 6 に送る。するとこの制御器 6 は、上記電動モータ 5 に通電して、上記減速機 4 を介して上記ステアリングシャフト 2 を、上記ステアリングホイール 1 に基づく回転方角と同方角に回転させる。この結果、上記ステアリングシャフト 2 の先端部（図 18 の下端部）は、上記ステアリングホイール 1 から付与された力に基づくトルクよりも大きなトルクで回転する。

#### 【0005】

この様なステアリングシャフト 2 の先端部の回転は、自在継手 7、7 及び中間シャフト 8 を介してステアリングギヤ 9 の入力軸 10 に伝達される。この入力軸 10 は、上記ステアリングギヤ 9 を構成するピニオン 11 を回転させ、ラック 12 を介してタイロッド 13 を押し引きし、操舵輪 14 に所望の舵角を付与する。上述した説明から明らかな通り、上記ステアリングシャフト 2 の先端部から自在継手 7 を介して中間シャフト 8 に伝達されるトルクは、上記ステアリングホイール 1 から上記ステアリングシャフト 2 の基端部（図 18 の上端部）に加えられる

トルクよりも、上記電動モータ 5 から減速機 4 を介して加えられる補助動力分だけ大きい。従って、上記操舵輪 1 4 に舵角を付与する為に運転者が上記ステアリングホイール 1 を操作する為に要する力は、上記補助動力分だけ小さくて済む様になる。

#### 【0006】

上述した様な従来から一般的に使用されている電動式パワーステアリング装置の場合、電動モータ 5 とステアリングシャフト 2 との間に設ける減速機 4 として、ウォーム減速機を使用している。但し、このウォーム減速機には不可避のバックラッシュが存在する。このバックラッシュは、上記ウォーム減速機の構成部材である、ウォーム軸と、ウォームホイールと、これら各部材を支持する為の軸受等の寸法誤差や、組み付け誤差が大きくなる程大きくなる。そして、大きなバックラッシュが存在すると、上記ウォームホイールとウォームとの歯面同士が強く衝合して、耳障りな歯打ち音が発生する可能性がある。

#### 【0007】

これに対して、上記ウォーム減速機の各構成部材を、寸法精度を考慮しつつ適切に組み合わせる事により、上記バックラッシュを小さくする事も考えられる。但し、この様にしてバックラッシュを小さくする場合には、寸法精度の管理や組立作業が面倒になり、コストの増大を招く原因となる。しかも、近年は、上記補助動力を大きくする傾向にある為、上記ウォームホイールとウォームとの歯面の摩耗が増大して、上記バックラッシュがより発生し易くなっている。この様なバックラッシュに基づく歯打ち音は、自動車の車室内空間に漏れると、乗員に不快感を与える。

#### 【0008】

特許文献 1 には、この様な事情に鑑みて、上記バックラッシュを小さくする事を考慮したウォーム減速機が記載されている。このウォーム減速機は、電動モータ等と共に、電動式パワーステアリング装置に組み込んで、ステアリングシャフトに加わる操舵トルクに応じて発生させた電動モータの出力を、ウォーム減速機で減速する事により得た補助トルクを、上記ステアリングシャフトに付与する。この為に、このステアリングシャフトの一部に上記ウォーム減速機を構成するウ

ウォームホイールを外嵌固定すると共に、このウォームホイールに、ウォーム軸のウォームを嚙合させている。このウォーム軸の両端部は、ギヤハウジングの内側に、1対の転がり軸受により、回転自在に支持している。又、このギヤハウジングに電動モータを結合している。上記ウォーム軸の両端部のうち、この電動モータ側の一端部を、この電動モータの回転軸の一端部にスプライン結合している。

#### 【0009】

又、上記ギヤハウジングの一部で、上記電動モータと反対側の部分に、上記ウォーム軸と直交する方向のねじ孔を設けており、このねじ孔の外端部にナット部材を結合している。又、このねじ孔の内側にばね保持部材を軸方向の変位を自在に設けると共に、上記1対の転がり軸受のうち、上記電動モータと反対側の一方の転がり軸受の外周面に、上記ばね保持部材の一端面を突き当てている。そして、このばね保持部材の他端面と上記ナット部材との間にコイルばねを設ける事により、このコイルばねと上記ばね保持部材と一方の転がり軸受とにより、上記ウォーム軸の他端部に、ウォームホイールに向かう方向の弾力を付与している。

#### 【0010】

この様な特許文献1に記載されたウォーム減速機によれば、ウォーム減速機の嚙合部に存在するバックラッシュを或る程度小さく抑える事ができる為、ウォーム減速機での歯打ち音の発生を或る程度抑える事ができる。ウォーム減速機部分での歯打ち音の発生を抑える構造としては、上記特許文献1に記載されたものの他、特許文献2に記載されたものも知られている。

#### 【0011】

##### 【特許文献1】

特開2000-43739号公報

##### 【特許文献2】

特開2002-37094号公報

#### 【0012】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献1に記載されたウォーム減速機の場合には、特許文献2にも記載されている様に、ばね保持部材がねじ孔の内側で、ウォーム軸の径方向に変位自在で



あるのに対し、このウォーム軸のウォームとウォームホイールとの歯面は、それぞれの回転方向に対しねじれている。この為、このウォーム軸からこのウォームホイールに電動モータの駆動力を伝達する際に、このウォームホイールと上記ウォームとの噛合部で、このウォームホイールから上記ウォーム軸に、このウォーム軸の径方向に対しねじれた方向の反力が加わる。そして、この反力に基づいて、上記一方の転がり軸受から上記ばね保持部材に加わる力により、このばね保持部材が上記ねじ孔の径方向に変位して、このねじ孔の内周面に強く衝合する可能性がある。この様にばね保持部材がねじ孔に強く衝合した場合には、耳障りな異音（音鳴り）が発生し易くなる。

### 【0013】

又、この異音は、ウォームホイールが所定の方に回転する場合に、より発生し易くなる。この理由に就いて、以下に説明する。図19、20に示す様に、ウォーム軸29の一端部 {図19(a)、図20(a)の左端部} を転がり軸受85により、図示しない固定の部分に対し、回転及び若干の揺動変位を自在に支持する場合を考える。又、上記ウォーム軸29の中間部に設けたウォームを、ウォームホイール28と噛合させる。この状態で、このウォーム軸29を回転駆動する事によりこのウォーム軸29から上記ウォームホイール28に駆動力を伝達すると、このウォームホイール28からこのウォーム軸29に反力が加わる。尚、図19に示す場合と図20に示す場合とでは、このウォーム軸29に、互いに同じ大きさの駆動力を逆方向に付与している。この為、上記ウォームホイール28は、図19に示す場合と図20に示す場合とで、互いに逆方向に回転する。この様な状態で、このウォームホイール28から上記ウォーム軸29に、このウォームホイール28と前記ウォームとの噛合部で、それぞれが図19、20の $x$ 、 $y$ 、 $z$ の3方向の成分である、 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ の分力を有する見かけ上の反力が加わる。これら分力 $F_x$ 、 $F_y$ 、 $F_z$ のうち、上記ウォームホイール28の径方向に対し直交する方向の分力である、 $F_x$ 、 $F_z$ は、図19に示す様にウォームホイール28が一方 {図19(a)に矢印イで示す方向} に回転する場合と、図20に示す様にウォームホイール28が他方向 {図20(a)に矢印ロで示す方向} に回転する場合とで、互いに逆方向になる。

## 【0014】

又、上記嚙合部と上記ウォーム軸 29 の揺動中心 o との、このウォーム軸 29 の径方向に関する距離を  $d_{29}$  とした場合に、 $d_{29} \cdot F_x$  なる大きさを有するモーメント  $M$  が、上記ウォーム軸 29 に作用する。又、上記当該嚙合部とウォーム軸 29 の揺動中心 o との、このウォーム軸 29 の軸方向に関する距離を  $L_{29}$  とした場合に、 $M/L_{29}$  の大きさの力  $F_r$  が、このウォーム軸 29 の径方向に作用する。又、この力  $F_r$  は、図 19 に示す場合と図 20 に示す場合とで、互いに逆方向になる。この為、上記ウォーム軸 29 の嚙合部で上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に作用する、モーメント  $M$  を考慮した  $y$  方向の実際の力  $F_y'$  の大きさは、ウォームホイール 28 が、図 19 に示す、一方向に回転する場合に小さく ( $F_y' = F_y - F_r$ ) なり、図 20 に示す、他方向に回転する場合に大きく ( $F_y' = F_y + F_r$ ) なる。従って、上記ウォーム軸 29 の嚙合部に作用する、実際の  $y$ 、 $z$  方向の分力の合力  $F'$  の大きさが、ウォームホイール 28 が一方向に回転する場合に、図 21 に矢印ハで示す様に小さくなり、ウォームホイール 28 が他方向に回転する場合に、同図に矢印ニで示す様に大きくなる。この様に、ウォームホイール 28 が他方向に回転する場合に上記嚙合部でウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に作用する力  $F'$  が大きくなると、このウォーム軸 29 の他端部 {図 19 (a)、図 20 (a) の右端部} に、図示しない転がり軸受を介して弾力を付与する、図示しないばね保持部材に作用する力も大きくなる。そして、このばね保持部材が図示しないねじ孔の内周面等、このばね保持部材の変位を規制する部分に強く衝合する事により、異音が発生し易くなる。

## 【0015】

特許文献 2 には、押圧体の外周面とハウジングの内周面との間に弾性体を設ける事で、上記異音の発生を抑える構造が記載されている。但し、上記特許文献 2 に記載された構造は、上記押圧体の軸方向変位に対する抵抗が大きくなり、嚙合部のバックラッシュに基づく異音の抑制効果が損なわれる可能性がある。

本発明は、この様な事情に鑑みて、ウォーム減速機での歯打ち音の発生を抑えるべく、ウォーム軸に、弾性部材により別の部材を介して弾力を付与する構造で、この別の部材がこの別の部材の変位を規制する部分に衝合する事による異音の

発生を抑えるべく発明したものである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明のウォーム減速機は何れも、ウォームホイールと、ウォーム軸と、弾性体とを備える。

このうちのウォームホイールは、アシスト軸に固定自在としたものである。

又、上記ウォーム軸は、両端寄り部分を1対の軸受によりギヤハウジングの内側に支持すると共に、中間部に設けたウォームが上記ウォームホイールと噛合するものである。

又、上記弾性体は、予圧パッドを介して、上記ウォーム軸にこのウォームホイールに向かう方向の弾力を付与するものである。

【0017】

特に、請求項1に記載したウォーム減速機に於いては、上記予圧パッドは、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されており、且つ、上記弾性体の弾力に基づく予圧パッド自身の弾性変形により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくしている。

【0018】

又、請求項2に記載したウォーム減速機に於いては、上記予圧パッドは、1対の素子から成り、上記ギヤハウジング又はこのギヤハウジングに固定された部材に設けられた案内面により所定方向に関する変位を規制されており、且つ、上記弾性体の弾力に基づき、上記1対の素子を互いに離れる方向に変位させる事により、上記案内面との隙間をなくすか、又は小さくしている。

【0019】

又、好ましくは、請求項3に記載した様に、請求項1又は請求項2に記載したウォーム減速機に於いて、上記案内面に沿う上記予圧パッドの変位可能な方向が、上記ウォーム軸の中心軸と、このウォーム軸に設けたウォームと上記ウォームホイールとの噛合部とを含む仮想平面に対し傾斜している。

【0020】

又、本発明の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイールを設けるステアリングシャフトと、このステアリングシャフトの前端側に設けられたピニオンと、このピニオン又はこのピニオンに支持した部材と噛合させたラックと、請求項1～3の何れかに記載したウォーム減速機と、ウォーム軸を回転駆動する為の電動モータと、上記ステアリングシャフト又はピニオンに加わるトルクの方角と大きさを検出する為のトルクセンサと、このトルクセンサから入力された信号に基づき上記電動モータの駆動状態を制御する為の制御器とを備える。又、上記アシスト軸が、上記ステアリングシャフトと、上記ピニオンと、このピニオンと離れた位置で上記ラックに噛合するサブピニオンとのうちの何れかの部材である。

#### 【0021】

##### 【作用】

本発明のウォーム減速機及びこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合、上述の様に、弾性体により、ウォーム軸にウォームホイールに向かう方向の弾力を付与している。この為、これらウォームホイールとウォーム軸との噛合部に予圧を付与する事ができ、この噛合部での耳障りな歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも、電動モータの駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力により予圧パッドが案内面に衝合する事による、耳障りな異音（音鳴り）の発生を、上記歯打ち音の抑制効果を損なう事なく、抑えられる。

又、上記ウォーム軸の中心軸に対し直交する方向の、上記ウォームホイールからこのウォーム軸に加わる反力の作用方向に関して、このウォーム軸と予圧パッドとの接触部を対象な位置に設けた場合には、この反力が加わった場合に、この予圧パッドを、大きく弾性変形させ易くできる。この為、この予圧パッドから案内面に加わる衝撃力を緩和できる。従って、この予圧パッドがこの案内面に衝合する事による上記異音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

#### 【0022】

又、請求項3に記載したウォーム減速機の場合には、ウォームホイールの回転方向により異なる、電動モータの駆動時にこのウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方角と、案内面に沿う予圧パッドの変位方向とがなす角度を、こ

れら反力の方向に拘らずほぼ等しくする等により、この反力に基づく予圧パッドの弾性変形量の、この方向の違いによる差を小さくし易くできる。この為、この予圧パッドが上記案内面に衝合する際の衝撃力の、上記方向の違いによる差を小さくし易くできて、上記異音をより効果的に抑えられる。

### 【0023】

#### 【発明の実施の形態】

図1～9は、請求項1、4に対応する、本発明の実施の形態の第1例を示している。本例の電動式パワーステアリング装置は、後端部にステアリングホイール1を固定した、請求項に記載したアシスト軸である、ステアリングシャフト2と、このステアリングシャフト2を挿通自在なステアリングコラム15と、このステアリングシャフト2に補助トルクを付与する為のウォーム減速機16と、このステアリングシャフト2の前端側に設けたピニオン11（図18参照）と、このピニオン11又はこのピニオン11に支持した部材と嚙合させたラック12（図18参照）と、トルクセンサ3（図18参照）と、電動モータ31と、制御器6（図18参照）とを備える。

### 【0024】

このうちのステアリングシャフト2は、アウターシャフト17と、インナーシャフト18とを、スプライン係合部により、回転力の伝達自在に、且つ軸方向に関する変位を可能に組み合わせて成る。又、本例の場合には、上記アウターシャフト17の前端部とインナーシャフト18の後端部とをスプライン係合させると共に、合成樹脂を介して結合している。従って、上記アウターシャフト17とインナーシャフト18とは、衝突時にはこの合成樹脂を破断させて、全長を縮める事ができる。

### 【0025】

又、上記ステアリングシャフト2を挿通した筒状のステアリングコラム15は、アウターコラム19とインナーコラム20とをテレスコープ状に組み合わせて成り、軸方向の衝撃が加わった場合に、この衝撃によるエネルギーを吸収しつつ全長が縮まる、所謂コラプシブル構造としている。そして、上記インナーコラム20の前端部を、ギヤハウジング22の後端面に結合固定している。又、上記イン

ナーシャフト 18 をこのギヤハウジング 22 の内側に挿通し、このインナーシャフト 18 の前端部を、このギヤハウジング 22 の前端面から突出させている。

【0026】

上記ステアリングコラム 15 は、その中間部を支持ブラケット 24 により、ダッシュボードの下面等、車体 26 の一部に支承している。又、この支持ブラケット 24 と車体 26 との間に、図示しない係止部を設けて、この支持ブラケット 24 に前方に向かう方向の衝撃が加わった場合に、この支持ブラケット 24 が上記係止部から外れる様にしている。又、上記ギヤハウジング 22 の上端部も、上記車体 26 の一部に支承している。又、本例の場合には、チルト機構及びテレスコピック機構を設ける事により、前記ステアリングホイール 1 の前後位置及び高さ位置の調節を自在としている。この様なチルト機構及びテレスコピック機構は、従来から周知であり、本発明の特徴部分でもない為、詳しい説明は省略する。

【0027】

又、上記インナーシャフト 20 の前端部で、上記ギヤハウジング 22 の前端面から突出した部分は、自在継手 7 を介して、中間シャフト 8 の後端部に連結している。又、この中間シャフト 8 の前端部に、別の自在継手 7 を介して、ステアリングギヤ 9 の入力軸 10 を連結している。前記ピニオン 11 は、この入力軸 10 に結合している。又、前記ラック 12 は、このピニオン 11 に嚙合させている。尚、地面から車輪を介して中間シャフト 8 に加わった振動が上記ステアリングホイール 1 に伝達されるのを防止する為、上記各自在継手 7、7 に、振動吸収装置を設ける事もできる。

【0028】

又、前記ウォーム減速機 16 は、上記インナーシャフト 18 の一部に外嵌固定自在なウォームホイール 28 と、ウォーム軸 29 と、振りコイルばね 30 と、予圧パッド 70 とを備える。更に、上記ウォーム減速機 16 は、それぞれが単列深溝型である、第一～第四の玉軸受 34～37 を備える。

【0029】

又、前記トルクセンサ 3 は、前記ステアリングシャフト 2 の中間部の周囲に設けて、上記ステアリングホイール 1 からこのステアリングシャフト 2 に加えられ

るトルクの方角と大きさを検出し、検出値を表す信号（検出信号）を、前記制御器 6 に送る。そして、この制御器 6 は、この検出信号に応じて、前記電動モータ 31 に駆動の為の信号を送り、所定の方角に所定の大きさで補助トルクを発生させる。

#### 【0030】

又、上記ウォームホイール 28 とウォーム軸 29 とは、前記ギヤハウジング 22 の内側に設けて、このウォームホイール 28 と、このウォーム軸 29 の中間部に設けたウォーム 27 とを嚙合させている。又、上記電動モータ 31 は、このギヤハウジング 22 に結合固定したケース 23 と、このケース 23 の内周面に設けた、永久磁石製のステータ 39 と、このケース 23 の内側に設けた回転軸 32 と、この回転軸 32 の中間部にこのステータ 39 と対向する状態で設けたロータ 38 とを備える。

#### 【0031】

又、前記第一の玉軸受 34 は、上記ケース 23 を構成する底板部 40 の中心部に設けた凹孔 41 の内周面と、上記回転軸 32 の基端部外周面との間に設けて、上記ケース 23 に対しこの回転軸 32 の基端部（図 2、3 の左端部）を、回転自在に支持している。又、前記第二の玉軸受 35 は、上記ケース 23 の中間部内周面に設けた隔壁部 42 の内周縁と、上記回転軸 32 の中間部外周面との間に設けて、この隔壁部 42 に対しこの回転軸 32 の中間部を回転自在に支持している。又、上記ロータ 38 は、この回転軸 32 の中間部に設けた、積層鋼板製のコア 43 の外周面の円周方向複数個所に設けたスロット 44 にコイル 45 を巻回して成る。又、上記回転軸 32 の先端寄り部分（図 2、3 の右端寄り部分）で、上記ロータ 38 と上記隔壁部 42 との間部分に、上記コイル 45 に通電する為のコンミテータ 46 を設けている。

#### 【0032】

一方、上記ケース 23 の内周面でこのコンミテータ 46 と対向する部分に、ブラシホルダ 47 を固定している。そして、このブラシホルダ 47 内にブラシ 48 を、上記ケース 23 の径方向の変位自在に収納している。このブラシ 48 は、このケース 23 の外周面に設けた図示しないカプラの端子と導通している。又、上

記ブラシ 48 には、上記ブラシホルダ 47 内に支持したばね 49 により、上記ケース 23 の内径側に向いた弾力を付与している。従って、このブラシ 48 の内端面は、上記コンミテータ 46 の外周面と弾性的に摺接する。そして、このコンミテータ 46 と上記ブラシ 48 とにより、上記コイル 45 への励磁電流の向きを切り換える為のロータ位相検出器を構成している。

#### 【0033】

更に、前記ウォーム軸 29 の基端部（図 2、4 の左端部）内周面に設けた雌スプライン部 50 を、前記回転軸 32 の先端部に設けた雄スプライン部 51 とスプライン係合させて成るスプライン係合部 33 により、上記両軸 29、32 の端部同士を連結している。この構成により、ウォーム軸 29 は、回転軸 32 と共に回転する。

#### 【0034】

又、前記第三の玉軸受 36 は、前記ギヤハウジング 22 の内側に、上記ウォーム軸 29 の基端部を、回転自在に支持している。この為、この第三の玉軸受 36 を構成する外輪 57 を、前記ギヤハウジング 22 の一部に設けた支持孔 59 の内周面に内嵌固定している。又、この外輪 57 の軸方向一端面（図 2、4 の右端面）を、この支持孔 59 の内周面に設けた段部 58 に突き当てると共に、上記外輪 57 の軸方向他端面（図 2、4 の左端面）を、この内周面に係止した係止リング 88 により抑え付けている。又、上記第三の玉軸受 36 を構成する内輪 52 を、上記ウォーム軸 29 の基端寄り部分外周面で、軸方向に関して上記スプライン係合部 33 と一致する部分に外嵌している。そして、このスプライン係合部 33 の軸方向中央位置と第三の玉軸受 36 との軸方向中央位置とを、ほぼ一致させている。又、上記内輪 52 の内周面と上記ウォーム軸 29 の外周面との間に微小隙間を設ける事により、上記第三の玉軸受 36 に対する上記ウォーム軸 29 の所定の範囲での傾きを自在としている。又、本例の場合には、上記内輪 52 の軸方向両端面と、このウォーム軸 29 の基端寄り部分外周面に設けた鏢部 53 の側面及びこのウォーム軸 29 の基端部に設けた雄ねじ部 54 に螺合固定したナット 55 の内端面との間に、それぞれ複数枚ずつの皿ばね 56、56 を設けている。そして、上記鏢部 53 の側面とナット 55 の内端面（図 2、4 の左端面）との間で上



記内輪 52 を、弾性的に挟持している。この構成により、上記第三の玉軸受 36 に対して上記ウォーム軸 29 を、軸方向に関する所定の範囲での弾性的変位を自在としている。尚、好ましくは、上記第三の玉軸受 36 として、4 点接触型の玉軸受を使用する。

#### 【0035】

一方、前記第四の玉軸受 37 は、上記ギヤハウジング 22 の内側に、上記ウォーム軸 29 の先端部（図 2、4、5 の右端部）を、回転自在に支持している。この為に、上記第四の玉軸受 37 を構成する外輪 60 を、上記ギヤハウジング 22 の内側に固定したホルダ 61 に固定している。このホルダ 61 は、断面 L 字形で全体を円環状に形成しており、このホルダ 61 の片半部（図 2、4、5 の左半部）内周面に設けた大径部 62 に、上記外輪 60 を内嵌固定している。又、上記ウォーム軸 29 の先端寄り部分の外周面で、前記ウォーム 27 から外れた部分に設けた大径部 63 に、弾性材製のブッシュ 64 を外嵌している。このブッシュ 64 は、断面 L 字形で全体を円筒状に形成している。そして、このブッシュ 64 の内側に、上記ウォーム軸 29 の大径部 63 を緩く挿通すると共に、このブッシュ 64 の軸方向一端面（図 2、4、5 の右端面）から、上記ウォーム軸 29 の先端部を突出させている。そして、上記ブッシュ 64 の軸方向中間部に、上記第四の玉軸受 37 を構成する内輪 65 を外嵌固定している。又、この内輪 65 の軸方向一端面（図 2、4、5 の左端面）を、上記ブッシュ 64 の軸方向他端部（図 2、4、5 の左端部）に設けた外向鏢部 67 の内側面に突き当てる事により、この内輪 65 の軸方向の位置決めを図っている。そして、上記ブッシュ 64 の内周面と上記大径部 63 の外周面との間に微小隙間を設ける事により、このブッシュ 64 に対する上記ウォーム軸 29 の所定の範囲での傾き（径方向の変位）を自在としている。

#### 【0036】

又、このウォーム軸 29 に設けた大径部 63 とこの大径部 63 よりも先端側に外れた部分に設けた小径部 68 との間に、テーパ面 89 を設けている。又、この小径部 68 と上記ウォーム軸 29 の先端面との連続部に、テーパ面 109 を設けている。そして、前記ギヤハウジング 22 に固定したホルダ 61 の他端面（図 2

、4、5の右端面)とこのギヤハウジング22に設けた凹孔72の底面との間に配置した予圧パッド70の一部に、上記小径部68をがたつきなく挿入している。この予圧パッド70は、図7～9に詳示する様に、固体潤滑材を混入した合成樹脂を射出成形する等により、欠円筒の外周寄り部分の径方向反対側2箇所位置の片側部分を除去した如き形状に造っている。又、この予圧パッド70の外周面の径方向反対側に設けた平面部91、91のうち、長さ方向一端部(図7～9の下端部)の片側寄り部分(図7～9の裏側寄り部分)に腕部92、92を設けている。又、この予圧パッド70の幅方向(図6～9の左右方向)中央部に軸方向に貫通する状態で設けた、通孔71の内側に、上記ウォーム軸29の小径部68をがたつきなく挿入自在としている。

#### 【0037】

又、上記通孔71の軸方向両端寄り部分に、開口端に向かう程直径が大きくなったテーパ面93a、93bを、それぞれ設けている。又、この通孔71の軸方向中間部の自由状態での内周面の断面形状を、略正三角形で、互いに隣り合う2本の直線同士をそれぞれ曲線により連続させた如き形状としている。そして、これら各直線の中間部が位置する、上記通孔71の中間部内周面の円周方向等間隔3箇所位置を、上記ウォーム軸29の小径部68の外周面が弾性的に当接する接触部94、94としている。本例の場合、これら各接触部94、94は、上記予圧パッド70の中心軸を含み、幅方向中央部を通る仮想平面 $\alpha$ (図7)に関して、対象な位置に存在する。又、上記通孔71の軸方向中間部の内周面で、上記予圧パッド70の幅方向中央部に位置する1個の接触部94と、この通孔71の中心軸に関して反対側に位置する部分に、凹部95を形成している。この構成により、上記予圧パッド70の円周方向一部でこの凹部95に対応する部分の剛性は低くなり、この部分が弾性変形し易くなる。又、本例の場合には、上記予圧パッド70の内外両周面同士を連通させる不連続部90を、上記仮想平面 $\alpha$ に関して片側(図7～9の右側)にずれた位置に設けている。

#### 【0038】

又、上記予圧パッド70の外周面で、前記ウォームホイール28と反対側(図7～9の下側)の部分に第一部分円筒面部104を、このウォームホイール28

側（図 7～9 の上側）の部分にこの第一部分円筒面部 1 0 4 と同心の第二部分円筒面部 1 0 5 を、それぞれ設けている。又、この第一部分円筒面部 1 0 4 の円周方向中間部に、幅の小さい突部 1 0 6 を設けると共に、この突部 1 0 6 の先端面を、この第一部分円筒面部 1 0 4 と同心の第三部分円筒面部 1 0 7 としている。又、上記予圧パッド 7 0 の外周面で上記ウォームホイール 2 8 と反対側部分の、前記ホルダ 6 1 と反対側の軸方向一端部（図 5 の右端部、図 7～9 の表側端部）に、外径側に突出する係止突部 1 0 8 を設けている。

#### 【0 0 3 9】

この様な予圧パッド 7 0 は、前記ギヤハウジング 2 2（図 2、4～6）に内嵌固定自在な前記ホルダ 6 1 に、図 8、9 に詳示する様に組み合わせている。又、このホルダ 6 1 の軸方向他面（図 9 の表側面）に、それぞれ 2 個ずつ合計 4 個の第一、第二の突部 9 7、9 8 を、上記通孔 9 6 の開口周辺部の 4 個所位置に振り分けて形成している。このうちの各第一の突部 9 7、9 7 は、ウォームホイール 2 8 側（図 2、4、5 の上側）に存在し、各第二の突部 9 8、9 8 は、このウォームホイール 2 8 と反対側（図 2、4、5 の下側）に存在する。又、上記各第一、第二の突部 9 7、9 8 の外径側側面に、互いに同心の部分円筒面部 9 9、9 9 を、それぞれ設けている。又、これら各第二の突部 9 8、9 8 の先端寄り部分で上記ウォームホイール 2 8 と反対側の側面に、第一の係止突部 1 0 0、1 0 0 を設けている。

#### 【0 0 4 0】

そして、それぞれが上述の様に構成するホルダ 6 1 と予圧パッド 7 0 とを組み合わせると共に、これら両部材 6 1、7 0 の周囲に振りコイルばね 3 0 を設けている。即ち、このホルダ 6 1 に設けた各第一、第二の突部 9 7、9 8 の内側に上記予圧パッド 7 0 を配置すると共に、これら各第二の突部 9 8、9 8 の片側（図 8、9 の下側）に、この予圧パッド 7 0 に設けた各腕部 9 2、9 2 を係止している。又、上記各第二の突部 9 8、9 8 に設けた第一の係止突部 1 0 0、1 0 0 の片側面（図 8、9 の裏側面）と上記各腕部 9 2、9 2 とを、微小隙間を介して対向させている。又、上記振りコイルばね 3 0 の両端部で、径方向反対側 2 個所位置に設けた 1 対の係止部 7 3、7 3 を、上記ホルダ 6 1 の一部に設けた、互いに

隣り合う第一、第二の突部 97、98 の間部分に配置した状態で、これら各第一、第二の突部 97、98 の外径側側面と上記予圧パッド 70 の外周面とに、上記振りコイルばね 30 の本体部分（コイル部分）を外嵌している。又、この振りコイルばね 30 の係止部 73、73 を、上記ホルダ 61 に設けた各第二の突部 98、98 の他側面（図 6、8、9 の上側面）に係止している。又、これら各第二の突部 98、98 の他側面の先端部に設けた第二の係止突部 101、101 により、上記各係止部 73、73 の抜け止めを図っている。そして、上記振りコイルばね 30 の本体部分の内周縁を、前記ウォームホイール 28 と反対側（図 2、4～9 の下側）に設けた第三部分円筒面部 107 に、弾性的に押し付けている。

#### 【0041】

又、本例の場合には、上記予圧パッド 70 に設けた各平面部 91、91 を、上記ホルダ 61 に設けた各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に微小隙間を介して対向させている。この構成により、上記予圧パッド 70 は、これら内径側側面により、この予圧パッド 70 の幅方向（図 2、4、5 の表裏方向、図 6～9 の左右方向）に関する変位を規制される。本例の場合には、上記各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面が、請求項に記載した案内面に相当する。

#### 【0042】

そして、この様にホルダ 61 と予圧パッド 70 と振りコイルばね 30 とを組み合わせた状態で、このホルダ 61 を、前記ギヤハウジング 22 の一部に内嵌固定している。又、このギヤハウジング 22 に上記ホルダ 61 を固定した後に、前記ウォーム軸 29 の先端部に設けた小径部 68 を、上記予圧パッド 70 に設けた通孔 71 に挿入している。この構成により、上記ウォーム軸 29 の先端部には、上記振りコイルばね 30 から上記予圧パッド 70 を介して、前記ウォームホイール 28 に向かう方向（図 2、4、5 の上向）の弾力が付与される。即ち、この予圧パッド 70 に設けた通孔 71 に上記ウォーム軸 29 の先端部を挿入する以前の状態で、この通孔 71 の中心軸は、上記ホルダ 61 の中心軸に対し、片側（図 4～9 の上側）に片寄っている。そして、上記予圧パッド 70 に設けた通孔 71 の内側に上記ウォーム軸 29 の先端部を挿入すると、この予圧パッド 70 に設けた第三部分円筒面部 107 により、上記振りコイルばね 30 の直径が弾性的に押し広

げられる。そして、この振りコイルばね 30 が巻き戻る（直径を縮める）方向に弾性復帰する傾向となり、この振りコイルばね 30 から上記ウォーム軸 29 の先端部に、上記予圧パッド 70 を介して、上記ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力が付与される。この構成により、このウォームホイール 28 を外嵌固定した前記インナーシャフト 18 と上記ウォーム軸 29 との、中心軸同士の間の距離は弾性的に縮まる。そして、上記ウォーム軸 29 のウォーム 27 と上記ウォームホイール 28 との歯面同士が、予圧を付与された状態で当接する。

#### 【0043】

更に、上記振りコイルばね 30 の弾力に基づき、上記ウォーム軸 29 の先端部が上記予圧パッド 70 に設けた通孔 71 の内側で前記凹部 95 側に変位する事により、この予圧パッド 70 自身が、図 6 に示す様に、この予圧パッド 70 のうちの上記凹部 95 を挟む両側部分同士の間隔を拡げる様に弾性変形する。そして、上記予圧パッド 70 の各平面部 91、91 が弾性的にハ字形に拡がって、これら各平面部 91、91 が前記ホルダ 61 に設けた各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に弾性的に当接し、これら各平面部 91、91 と内径側側面との隙間が小さくなる。

#### 【0044】

又、本例の場合には、上記予圧パッド 70 の外周面と上記振りコイルばね 30 の内周縁との当接部を部分円弧状とすると共に、この当接部の長さを、この振りコイルばね 30 の 1 巻きの長さに対して十分に小さくしている。又、上記予圧パッド 70 の周囲にこの振りコイルばね 30 を設けた状態で、この振りコイルばね 30 を構成する各 1 巻きずつの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面との間（線間）に、軸方向の隙間を設けている。

#### 【0045】

上述の様に、本例のウォーム減速機とこれを組み込んだ電動式パワーステアリング装置の場合には、振りコイルばね 30 により、ウォーム軸 29 の先端部に、予圧パッド 70 を介してウォームホイール 28 に向かう方向の弾力を付与している。この為、これらウォームホイール 28 とウォーム軸 29 との啮合部に予圧を付与する事ができ、この啮合部での歯打ち音の発生を抑える事ができる。しかも

、本発明の場合には、ギヤハウジング 22 に固定されたホルダ 61 に設けられた、第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面により、上記予圧パッド 70 の幅方向に関する変位を規制している。又、上記振りコイルばね 30 の弾力に基づき、上記ウォーム軸 29 の先端部を予圧パッド 70 に設けた通孔 71 の内側で凹部 95 側に変位させ、この予圧パッド 70 自身を弾性変形させている。そして、この予圧パッド 70 の各平面部 91、91 を内径側側面に弾性的に当接させる事により、これら各平面部 91、91 と内径側側面との隙間を小さくしている。従って、電動モータ 31 (図 1~4) の駆動時に上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に、図 7 の矢印イ、ロで示す方向の反力が加わるのにも拘らず、上記予圧パッド 70 が上記各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に強く衝合する事を防止でき、耳障りな異音 (音鳴り) の発生を抑える事ができる。そして、この異音を抑える事で、上記歯打ち音の抑制効果が損なわれる事がない。

#### 【0046】

又、本例の場合には、上記予圧パッド 70 が合成樹脂製である為、上記ウォーム軸 29 の端部を、この予圧パッド 70 に設けた通孔 71 の内側に挿入する作業を容易に行なえる。又、上記振りコイルばね 30 を構成する各 1 巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素の表面とが軸方向に接触している (密着巻きばねである) 場合には、この接触部で生じる摩擦が、上記振りコイルばね 30 により上記ウォーム軸 29 に付与する弾力が不適切に変化する原因となる。これに対して、本例の場合には、上記各 1 巻きの線材要素の表面と、これら各線材要素と隣り合う別の線材要素との表面同士の間には軸方向の隙間を設けている (振りコイルばね 30 が密着巻きばねでない) 為、上記ウォーム軸 29 に所定の弾力を、より安定して付与できる。

#### 【0047】

又、本例の場合には、上記予圧パッド 70 の端部外周面に、外径側に突出する係止突部 108 を設けている為、この予圧パッド 70 の外周面から振りコイルばね 30 が脱落する事を防止できると共に、この予圧パッド 70 の軸方向に関するこの振りコイルばね 30 の変位を規制できる。

#### 【0048】

次に、図10は、やはり請求項1、4に対応する、本発明の実施の形態の第2例を示している。本例の場合には、予圧パッド70に設けた通孔71aの内周面とウォーム軸29の先端部に設けた小径部68の外周面との接触部94a、94aの位置を、上述した第1例の場合とは異ならせている。即ち、本例の場合には、ウォームホイール28（図4～5参照）からこのウォーム軸29に加わる反力が大きくなる傾向となる、このウォームホイール28の所定の回転方向での、このウォーム軸29の中心軸に対し直交する方向の上記反力の作用方向である、図10の矢印イの方向に関して対象な円周方向等間隔3個所位置に、上記ウォーム軸29と予圧パッド70との接触部94a、94aを設けている。

#### 【0049】

この様な本例の場合には、電動モータ31（図1～3参照）の駆動時に、上記ウォームホイール28から上記ウォーム軸29に上記矢印イの方向の反力が加わった場合に、上記予圧パッド70をこの矢印イの方向に関して両側に、ほぼ均等に大きく弾性変形させ易くできる。この為、この予圧パッド70の各平面部91、91とホルダ61に設けた第一、第二の各突部97、98（図6、8、9参照）の内径側側面との間に隙間が存在する場合でも、上記予圧パッド70の弾性変形量を大きくする事ができ、上記予圧パッド70が上記ウォーム軸29に加わる反力に基づき上記矢印イの側に大きく変位する事を防止できる。従って、この予圧パッド70の一部が、上記第一、第二の各突部97、98の内径側側面に強く衝合する事を防止して、この予圧パッド70からこれら内径側側面に加わる衝撃力を緩和でき、この予圧パッド70がこれら内径側側面に衝合する事による異音の発生を、より効果的に抑える事ができる。

その他の構成及び作用に就いては、上述した第1例の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

#### 【0050】

次に、図11～12は、請求項2、4に対応する、本発明の実施の形態の第3例を示している。本例の場合には、予圧パッド70aを、互いに別体の2個の素子110a、110bを組み合わせる事により構成している。これら2個の素子110a、110bは、前述の図1～9に示した第1例の構造を構成する予圧パ

ッド70の不連続部90を幅方向中央部に設けると共に、この不連続部90と中心軸に関して反対側位置でこの予圧パッド70を切断する事により得られるものの如き形状を有する。即ち、上記各素子110a、110bは、互いに対向する片側面の長さ方向（図11～12の上下方向）中間部に、略半円筒面状の凹部111、111を、同じく長さ方向両端寄り部分に平面部112a、112bを、それぞれ設けている。又、これら各素子110a、110bの互いに反対側となる他側面に、平面部91、91と腕部92、92とを、それぞれ設けている。そして、これら各素子110a、110bを、上記各片側面に設けた平面部112a、112b同士を突き合わせつつ組み合わせた状態で、上記各凹部111、111同士を対向させた部分により、前述した第1例の構造を構成する予圧パッド70に設けた通孔71と同様の形状を有する通孔が形成される様にしている。

#### 【0051】

又、上記各素子110a、110bの外周面で、ウォームホイール28（図2、4、5参照）と反対側（図11、12の下側）の部分に第一部分円筒面部104a、104aを、上記ウォームホイール28側（図11、12の上側）の部分にこの第一部分円筒面部104a、104aと同心の円弧形の第二部分円筒面部105a、105aを、それぞれ設けている。又、上記各第一部分円筒面部104a、104aのうち、互いに対向する幅方向一端部に、幅の小さい突部106a、106aを設けると共に、これら各突部106a、106aの先端面を、上記各第一部分円筒面部104a、104aと同心の第三部分円筒面部107a、107aとしている。又、上記各素子110a、110bの外周面で上記ウォームホイール28と反対側部分の、ホルダ61と反対側の軸方向一端部（図11、12の表側端部）に、外径側に突出する係止突部108a、108aを設けている。

#### 【0052】

そして、それぞれが上述の様に構成する1対の素子110a、110bと、上記ホルダ61とを組み合わせると共に、これら各部材110a、110b、61の周囲に振りコイルばね30を設けている。即ち、上記ホルダ61に設けた各第一、第二の突部97、98の内側に上記1対の素子110a、110bを配置す



ると共に、これら各第二の突部 98、98 の片側（図 12 の下側）に上記各素子 110a、110b に設けた腕部 92、92 を係止している。又、これら各第二の突部 98、98 に設けた第一の係止突部 100、100 の片側面（図 12 の裏側面）と上記各腕部 92、92 とを、微小隙間を介して対向させている。

#### 【0053】

又、上記振りコイルばね 30 の両端部で、径方向反対側 2 箇所位置に設けた 1 対の係止部 73、73 を、上記ホルダ 61 の一部に設けた、互いに隣り合う第一、第二の突部 97、98 の間部分に配置した状態で、これら各第一、第二の突部 97、98 の外径側側面と上記各素子 110a、110b の外周面とに上記振りコイルばね 30 の本体部分を外嵌している。又、この振りコイルばね 30 の係止部 73、73 を、上記ホルダ 61 に設けた各第二の突部 98、98 の他側面（図 12 の上側面）に係止している。そして、上記振りコイルばね 30 の本体部分の内周縁を、上記各素子 110a、110b に設けた第三部分円筒面部 107a、107a に、弾性的に押し付けている。

#### 【0054】

又、本例の場合には、上記各素子 110a、110b に設けた平面部 91、91 を、上記ホルダ 61 に設けた各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に微小隙間を介して対向させている。この構成により、上記各素子 110a、110b は、これら内径側側面により、これら各素子 110a、110b の幅方向（図 11、12 の左右方向）に関する変位を規制される。

#### 【0055】

そして、この様にホルダ 61 と各素子 110a、110b と振りコイルばね 30 とを組み合わせた状態で、このホルダ 61 を、ギヤハウジング 22（図 1、2 等参照）の一部に内嵌固定する。又、このギヤハウジング 22 に上記ホルダ 61 を固定した後に、ウォーム軸 29 の先端部に設けた小径部 68（図 4～7 参照）を、上記各素子 110a、110b の凹部 111、111 同士を組み合わせで成る通孔に挿入する。この構成により、上記ウォーム軸 29 の先端部には、上記振りコイルばね 30 から上記各素子 110a、110b を介して、上記ウォームホイール 28 に向かう方向の弾力が付与される。そして、上記ウォーム軸 29 のウ

ォーム 27 (図 2、4、5 参照) とこのウォームホイール 28 との歯面同士が、予圧が付与された状態で当接する。

#### 【0056】

更に、上記振りコイルばね 30 の弾力に基づき、上記ウォーム軸 29 の先端部が上記通孔 71 の内側で上記ウォームホイール 28 と反対側に変位する事により、上記各素子 110a、110b の他側面に設けた平面部 91、91 が弾性的にハ字形に拡がる。そして、これら各平面部 91、91 が前記ホルダ 61 に設けた各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に弾性的に当接する事により、これら各平面部 91、91 と内径側側面との隙間が小さくなる。

#### 【0057】

上述の様に構成する本例の場合も、電動モータ 31 (図 1～3 参照) の駆動時に上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に反力が加わるのにも拘らず、上記各素子 110a、110b が上記各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に強く衝合する事を防止でき、耳障りな異音 (音鳴り) の発生を抑える事ができる。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 1～9 に示した第 1 例の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

#### 【0058】

次に、図 13～14 は、請求項 1、3、4 に対応する、本発明の実施の形態の第 4 例を示している。本例の場合には、ホルダ 61 と予圧パッド 70 と振りコイルばね 30 との設置方向を、前述の図 1～9 に示した第 1 例の場合に対して、図 13 の角度  $\theta$  分だけずらせている。即ち、このホルダ 61 に設けた各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位可能な方向である、図 13 に矢印ハで示す方向を、ウォーム軸 29 の中心軸と、このウォーム軸 29 に設けたウォームとウォームホイール 28 (図 2、4、5 参照) との噛合部とを含む仮想平面  $\alpha$  (図 13) に対し、角度  $\theta$  分だけ傾斜させている。又、本例の場合には、このウォームホイール 28 の回転方向により異なる、電動モータ 31 (図 1～3) による駆動時にこのウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に加わる反力の方向である、図 13 に矢印イ、ロで示す方向と、上記各第一、第二

の突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位方向である、図 13 に矢印ハで示す方向とがなす角度  $\beta_1$ 、 $\beta_2$  を、ほぼ等しくしている ( $\beta_1 \doteq \beta_2$ )。言い換えれば、上記各第一、第二の突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位方向である、上記矢印ハで示す方向により、上記矢印イ、ロで示す方向同士がなす角度  $\gamma$  (図 13) を、ほぼ二等分している。

#### 【0059】

上述の様に構成する本例の場合には、電動モータ 31 による駆動時に上記ウォームホイール 28 から上記ウォーム軸 29 に加わる、図 14 の矢印イ、ロの方向の反力に基づく上記予圧パッド 70 の弾性変形量の、この方向の違いによる差を小さくし易い。この為、上記予圧パッド 70 の各平面部 91、91 と、ホルダ 61 に設けた第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面との間に隙間が存在する場合でも、上記予圧パッド 70 がこれら内径側側面に衝合する際の衝撃力の、上記方向の違いによる差も小さくし易い。

その他の構成及び作用に就いては、前述の図 1～9 に示した第 1 例の場合と同様である為、同等部分には同一符号を付して重複する説明は省略する。

#### 【0060】

尚、図示は省略するが、本例の場合とは異なり、前述の図 1～9 に示した第 1 例の構造で、電動モータ 31 の駆動力を同じにしたと仮定した場合での、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる反力の大きさを、この反力の方向に拘らずほぼ等しくする事により、この反力に基づく予圧パッド 70 の弾性変形量の、この反力の方向の違いによる差を小さくする事もできる。又、この様な構成を採用した場合には、これら反力の方向 (図 7 に矢印イ、ロで示す方向) と、ウォーム軸 29 の中心軸と、このウォーム軸 29 に設けたウォームとウォームホイール 28 との嚙合部とを含む仮想平面  $\alpha$  (図 7) とがなす角度がほぼ等しくなる。この為、上述の図 13、14 に示した第 4 例の場合と異なり、ホルダ 61 に設けた第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面に沿う予圧パッド 70 の変位可能な方向を、上記ウォーム軸 29 の中心軸と上記嚙合部とを結ぶ仮想平面  $\alpha$  に対し傾斜させる必要がなくなる。例えば、前述の図 19、20 に示した場合で、当該嚙合部とウォーム軸 29 の揺動中心  $o$  との、このウォーム軸 29 の径方向に関

する距離  $d_{29}$  と、当該嚙合部とこの揺動中心  $o$  との、このウォーム軸 29 の軸方向に関する距離  $L_{29}$  との比  $d_{29}/L_{29}$  を十分に小さくすれば、 $F_r$  の大きさを十分に小さくできる。この為、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる反力の方向に拘らず、これら反力の大きさをほぼ等しくできる。従って、前述の図 1～9 に示した第 1 例の構造で、ウォームホイール 28 からウォーム軸 29 に加わる反力の方向に拘らず、これら反力の大きさをほぼ等しくする事により、予圧パッド 70 が第一、第二の各突部 97、98 の内径側側面に衝合する際の衝撃力の、これら反力の方向の違いによる差を小さくできる。逆に言えば、図 13 に示した構造を採用する事で、小型化の為に上記ウォーム軸 29 の軸方向寸法を短縮して上記比  $d_{29}/L_{29}$  が大きくなっても、反力の方向に拘らず、衝撃力の緩和を効果的に行なえる。

#### 【0061】

又、上述した各例の場合には、ピニオン軸 10 (図 1、18 参照) の端部に固定したピニオン 11 とラック 12 (図 18 参照) とを直接嚙合させているが、本発明はこの様な構造に限定するものではない。例えば、ピニオン軸の下端部に設けたピンを、このピニオン軸と別体に設けたピニオンギヤの長孔内に、この長孔の長さ方向の変位を自在として係合させると共に、このピニオンギヤとラックとを嚙合させ、車速に応じてステアリングシャフトの回転角度に対するラックの変位量の比を変化させる、所謂車速応動可変ギヤレシオ機構 (VGS) を組み込んだ構造と、本例の構造とを組み合わせる事もできる。

#### 【0062】

又、本発明は、電動モータを、ステアリングシャフト 2 の周囲に設ける構造に限定するものではない。例えば、図 15 に示す様に、ラック 12 と嚙合させるピニオン 11 (図 18 参照) の周辺部に、電動モータ 31 を設けた構造とする事もできる。そして、この様な図 15 に示す構造の場合には、上記ピニオン 11 又はこのピニオン 11 に支持した部材の一部に、ウォーム減速機 16 を構成するウォームホイールを固定する。この様な図 15 に示した構造の場合には、トルクセンサ 3 (図 18 参照) を、ステアリングシャフト 2 の周囲ではなく、上記ピニオン 11 の周辺部に設ける事もできる。

## 【0063】

又、図16に示す様に、ラック12の一部で、ピニオン11との係合部から外れた位置に嚙合させたサブピニオン75の周辺部に、電動モータ31を設ける事もできる。この図16に示す構造の場合には、このサブピニオン75に固定したウォームホイールと、ウォーム軸29とを嚙合させる。この様な図16に示した構造の場合にも、トルクセンサ3（図18参照）を、上記ピニオン11の周辺部に設ける事ができる。尚、図16に示した構造の場合には、中間シャフト8の中間部に、地面から車輪を介して上記ピニオン11に伝達された振動を、ステアリングホイール1に迄伝達されるのを防止する為の緩衝装置76を設けている。例えば、この緩衝装置76は、インナーシャフトとアウターシャフトとをテレスコープ状に組み合わせると共に、これら両シャフトの端部周面同士の間には弾性材を結合する事により構成する。

この様に、請求項に記載したアシスト軸は、ステアリングシャフトと、ピニオンと、このピニオンと離れた位置でラックに嚙合するサブピニオンとのうちの何れかの部材等とする事ができる。

## 【0064】

又、上述した各例の場合には、電動モータ31を構成する、コイル45に送る励磁電流の方向を切り換える為のロータ位相検出器を、ブラシ48とコンミテータ46（図2、3参照）とにより構成している。但し、本発明は、この様な構造に限定するものではなく、図17に示す様に、ロータ位相検出器を、回転軸32に固定した永久磁石製のエンコーダ78と、ホールIC77とにより構成して、電動モータ31を、所謂ブラシレス構造とする事もできる。又、図17に示す構造の場合には、ステータ39aを、ケース23の内周面に固定した積層鋼板製のコア82と、このコア82の複数個所に巻回したコイル83、83とにより構成すると共に、ロータ38aを、上記回転軸32の中間部外周面に固定した永久磁石84、84により構成している。又、この様な構造を採用した場合に、上記ステータ39aに送る電流の大きさの増減を制御するベクトル制御装置を設ける事により、このステータ39aの磁力を切り換える事もできる。

## 【0065】

又、上述した各例の場合には、ウォーム減速機を電動式パワーステアリング装置に組み込んだ場合に就いて説明した。但し、本発明のウォーム減速機は、このような用途に使用するものに限定するものではなく、電動ベッド、電動テーブル、電動椅子、リフター等の各種機械装置に組み込む電動式リニアアクチュエータ等に組み込んで使用する事もできる。例えば、ウォーム減速機をこの電動式リニアアクチュエータに組み込んだ場合には、電動モータの出力をこのウォーム減速機で減速してから、回転軸に取り出して、この回転軸の周囲に設けた出力軸を、ボールねじ等を介して伸縮させる。このような電動式リニアアクチュエータに組み込むウォーム減速機にも、本発明を適用できる。

#### 【0066】

##### 【発明の効果】

本発明のウォーム減速機及び電動式パワーステアリング装置は、以上に述べた通り構成され作用する為、ウォーム減速機での歯打ち音の発生を抑えるべく、このウォーム減速機を構成するウォーム軸に、弾性部材により別の部材を介して弾力を付与する構造で、この別の部材がこの別の部材の変位を規制する部分に衝合する事による異音の発生を抑える事ができる。

##### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の実施の形態の第1例を、一部を切断して示す図。

##### 【図2】

一部を省略して示す、図1のA-A断面図。

##### 【図3】

図2の左半部の拡大断面図。

##### 【図4】

同じく右半部の拡大断面図。

##### 【図5】

図4の右半部の拡大断面図。

##### 【図6】

図5のB-B断面図。

**【図 7】**

予圧パッドとウォーム軸とを組み合わせたものを取り出して、このウォーム軸の先端側から見た図。

**【図 8】**

ホルダと予圧パッドと振りコイルばねとを組み合わせたものを取り出して図 5 の右方から見た状態で示す斜視図。

**【図 9】**

図 8 の分解斜視図。

**【図 10】**

本発明の実施の形態の第 2 例を示す、図 7 と同様の図。

**【図 11】**

同第 3 例で使用する予圧パッドを示す図。

**【図 12】**

同じくホルダと予圧パッドと振りコイルばねとを分離した状態で示す斜視図。

**【図 13】**

本発明の実施の形態の第 4 例を示す、図 6 と同様の図。

**【図 14】**

同第 4 例で使用する、ホルダと予圧パッドと振りコイルばねとを組み合わせたものを取り出して示す図。

**【図 15】**

電動モータ及びウォーム減速機をピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。

**【図 16】**

電動モータ及びウォーム減速機をサブピニオンの周辺部に設けた構造の 1 例を示す図。

**【図 17】**

ブラシレス構造の電動モータの 1 例を示す、図 3 と同様の図。

**【図 18】**

本発明の対象となる電動式パワーステアリング装置の全体構造を示す略図。

## 【図 19】

電動モータの所定方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の、(a) は略断面図、(b) は (a) の C-C 断面図。

## 【図 20】

電動モータの上記所定方向とは逆方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる反力の方向を説明する為の、(a) は略断面図、(b) は (a) の D-D 断面図。

## 【図 21】

電動モータの両方向の回転駆動時にウォームホイールからウォーム軸に加わる 2 方向の反力を示す、図 19 (b) と同様の図。

## 【符号の説明】

- 1     ステアリングホイール
- 2     ステアリングシャフト
- 3     トルクセンサ
- 4     減速機
- 5     電動モータ
- 6     制御器
- 7     自在継手
- 8     中間シャフト
- 9     ステアリングギヤ
- 10    入力軸
- 11    ピニオン
- 12    ラック
- 13    タイロッド
- 14    操舵輪
- 15    ステアリングコラム
- 16    ウォーム減速機
- 17    アウターシャフト



- 1 8     インナーシャフト
- 1 9     アウターコラム
- 2 0     インナーコラム
- 2 2     ギヤハウジング
- 2 3     ケース
- 2 4     支持ブラケット
- 2 6     車体
- 2 7     ウォーム
- 2 8     ウォームホイール
- 2 9     ウォーム軸
- 3 0     振りコイルばね
- 3 1     電動モータ
- 3 2     回転軸
- 3 3     スプライン係合部
- 3 4     第一の玉軸受
- 3 5     第二の玉軸受
- 3 6     第三の玉軸受
- 3 7     第四の玉軸受
- 3 8、3 8 a     ロータ
- 3 9、3 9 a     ステータ
- 4 0     底板部
- 4 1     凹孔
- 4 2     隔壁部
- 4 3     コア
- 4 4     スロット
- 4 5     コイル
- 4 6     コンミテータ
- 4 7     ブラシホルダ
- 4 8     ブラシ

- 4 9      ばね
- 5 0      雌スプライン部
- 5 1      雄スプライン部
- 5 2      内輪
- 5 3      鍔部
- 5 4      雄ねじ部
- 5 5      ナット
- 5 6      皿ばね
- 5 7      外輪
- 5 8      段部
- 5 9      支持孔
- 6 0      外輪
- 6 1      ホルダ
- 6 2      大径部
- 6 3      大径部
- 6 4      ブッシュ
- 6 5      内輪
- 6 7      外向鍔部
- 6 8      小径部
- 7 0、7 0 a    予圧パッド
- 7 1、7 1 a    通孔
- 7 2      凹孔
- 7 3      係止部
- 7 5      サブピニオン
- 7 6      緩衝装置
- 7 7      ホール I C
- 7 8      エンコーダ
- 7 9      内輪
- 8 0      外輪

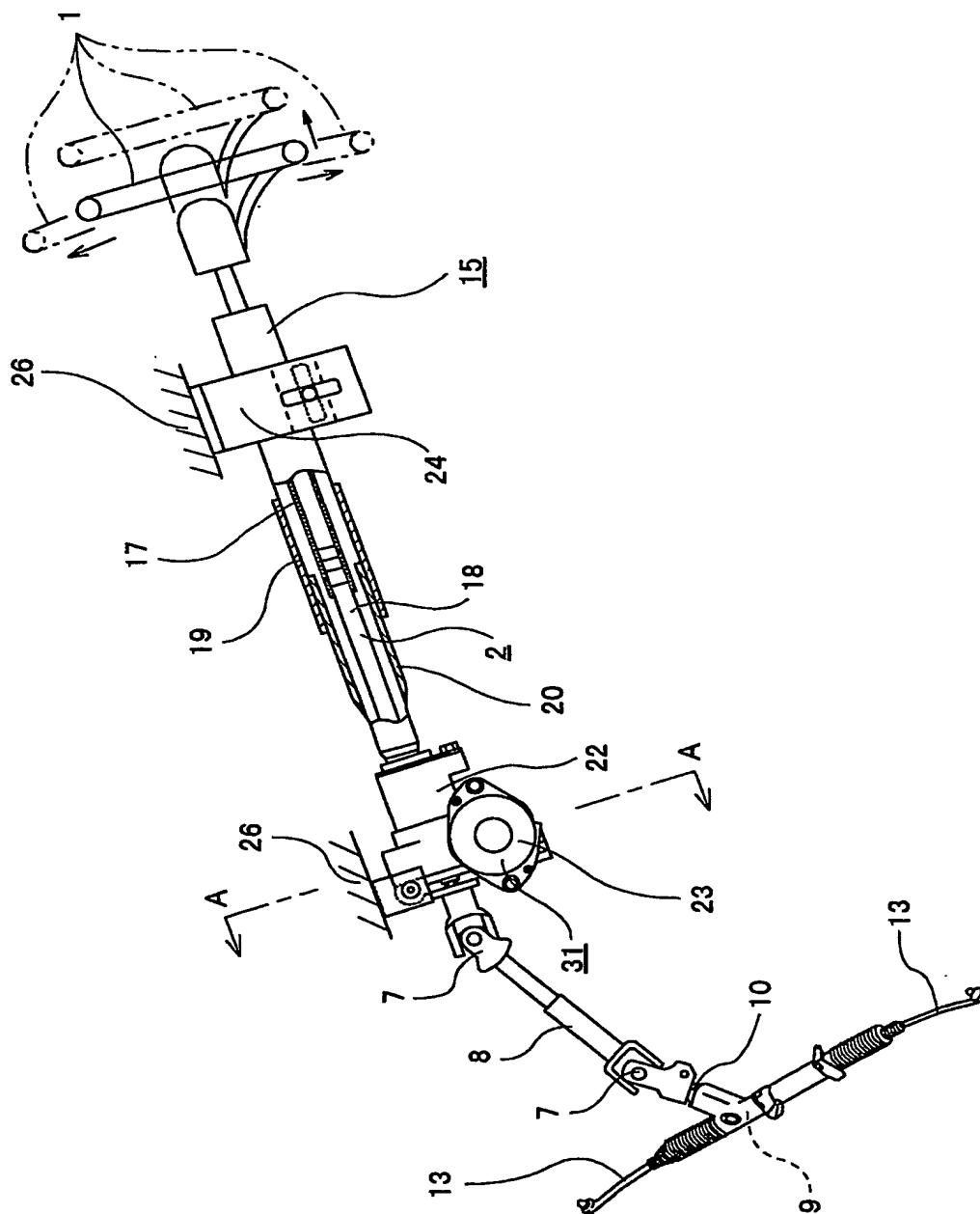
- 8 1 玉
- 8 2 コア
- 8 3 コイル
- 8 4 永久磁石
- 8 5 転がり軸受
- 8 6 外輪軌道
- 8 7 内輪軌道
- 8 8 係止リング
- 8 9 テーパ面
- 9 0 不連続部
- 9 1 平面部
- 9 2 腕部
- 9 3 a、9 3 b テーパ面
- 9 4、9 4 a 接触部
- 9 5 凹部
- 9 6 通孔
- 9 7 第一の突部
- 9 8 第二の突部
- 9 9 部分円筒面部
- 1 0 0 第一の係止突部
- 1 0 1 第二の係止突部
- 1 0 4、1 0 4 a 第一部分円筒面部
- 1 0 5、1 0 5 a 第二部分円筒面部
- 1 0 6、1 0 6 a 突部
- 1 0 7、1 0 7 a 第三部分円筒面部
- 1 0 8、1 0 8 a 係止突部
- 1 0 9 テーパ面
- 1 1 0 a、1 1 0 b 素子
- 1 1 1 凹部

1 1 2 a、1 1 2 b 平面部

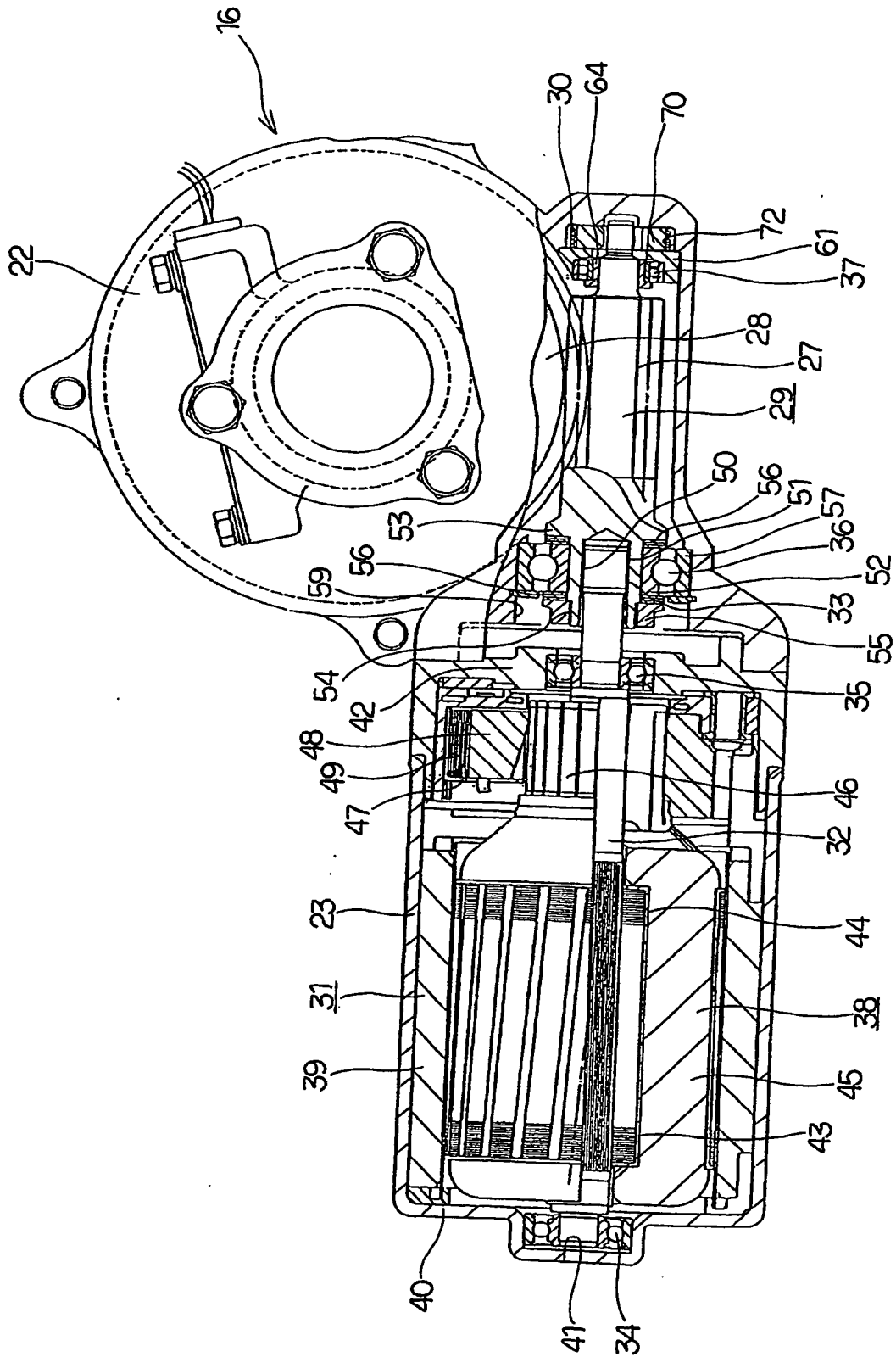
【書類名】

図面

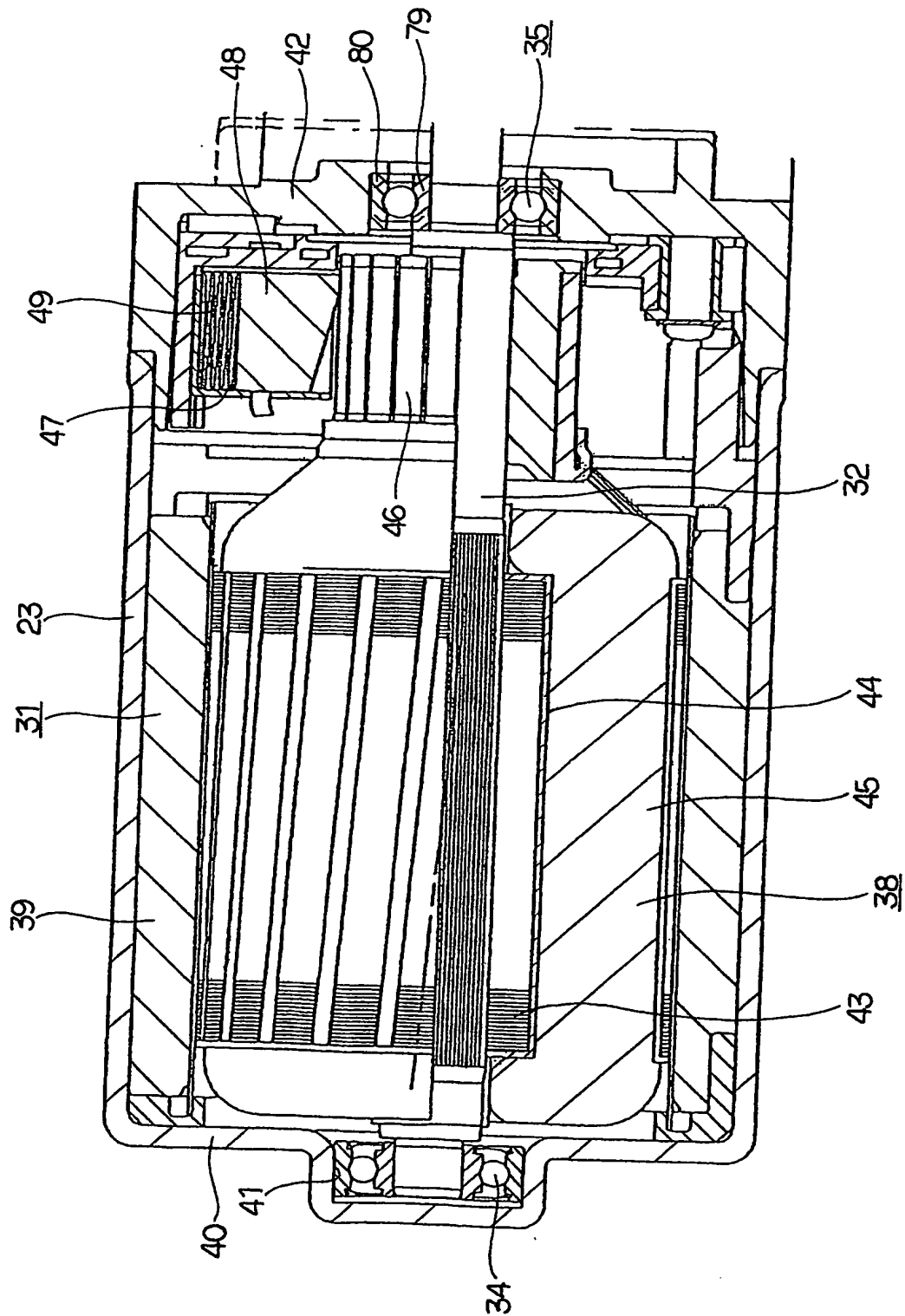
【図 1】



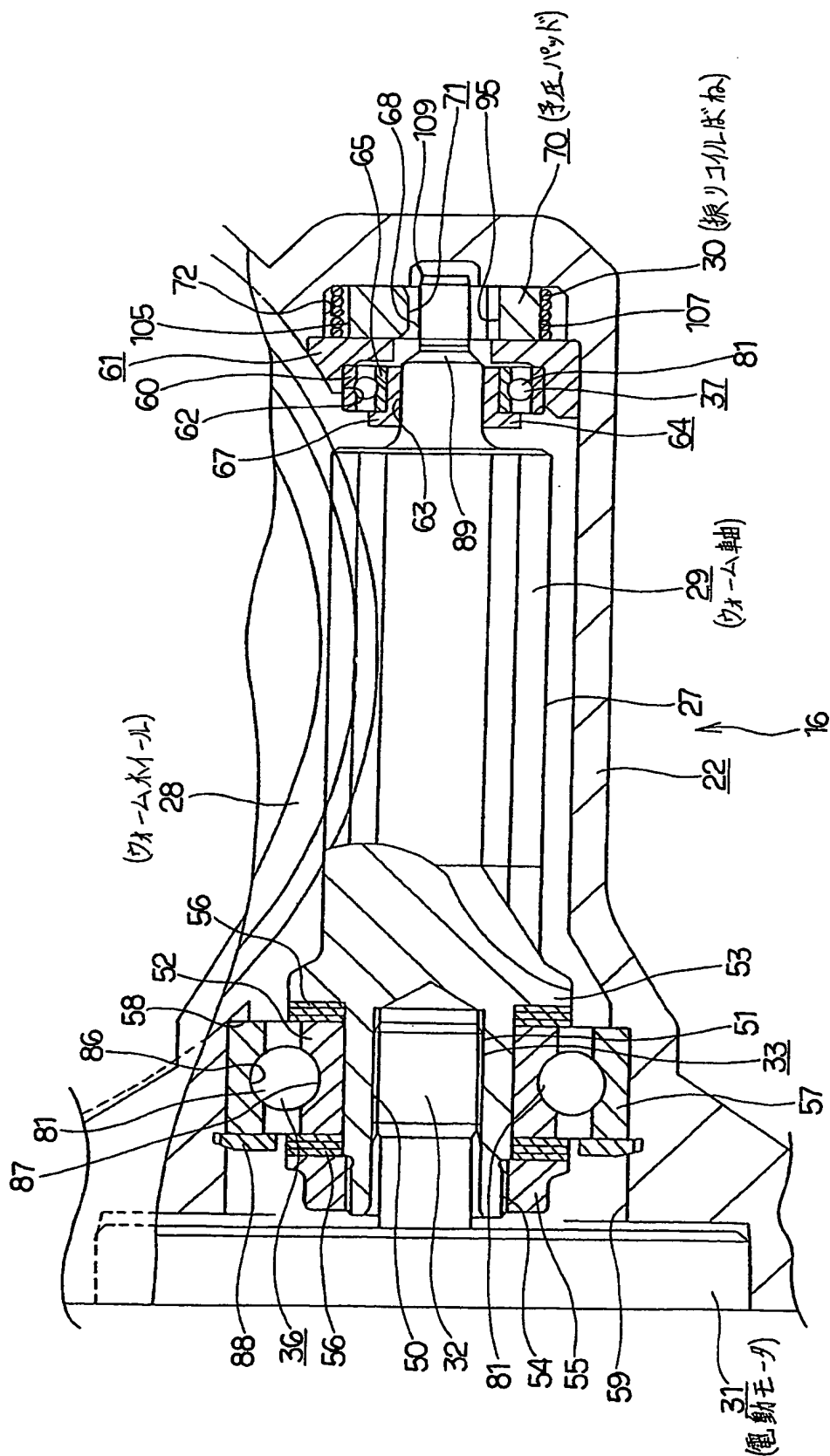
【図 2】



【図 3】

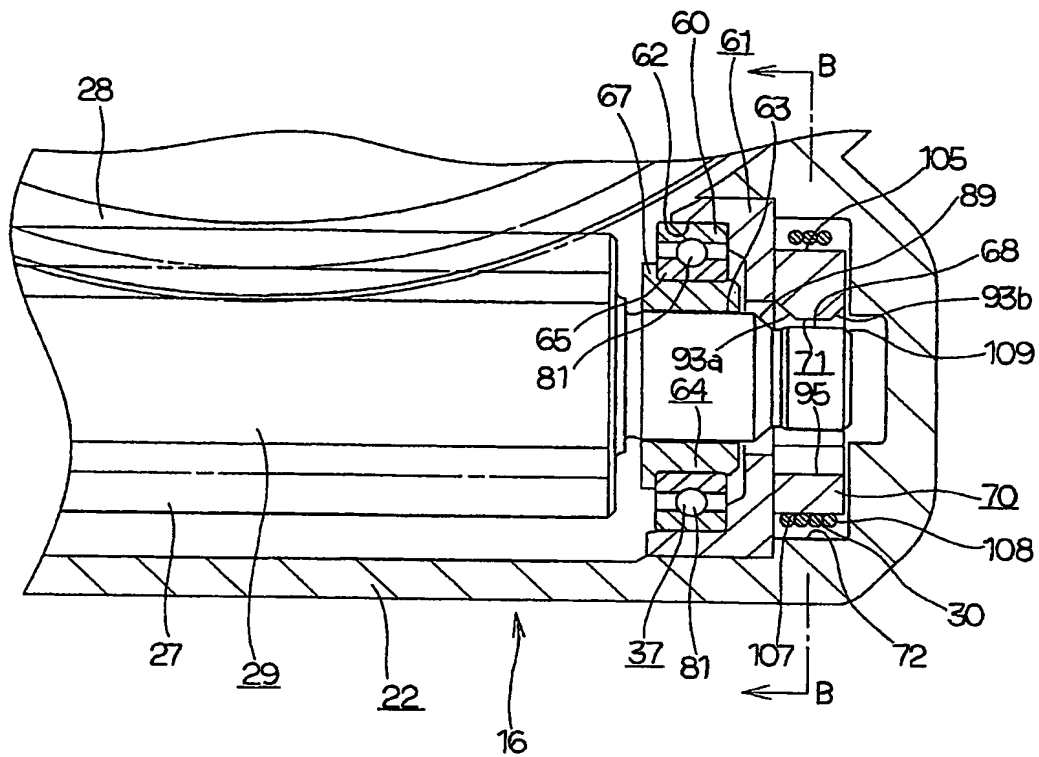


【図4】

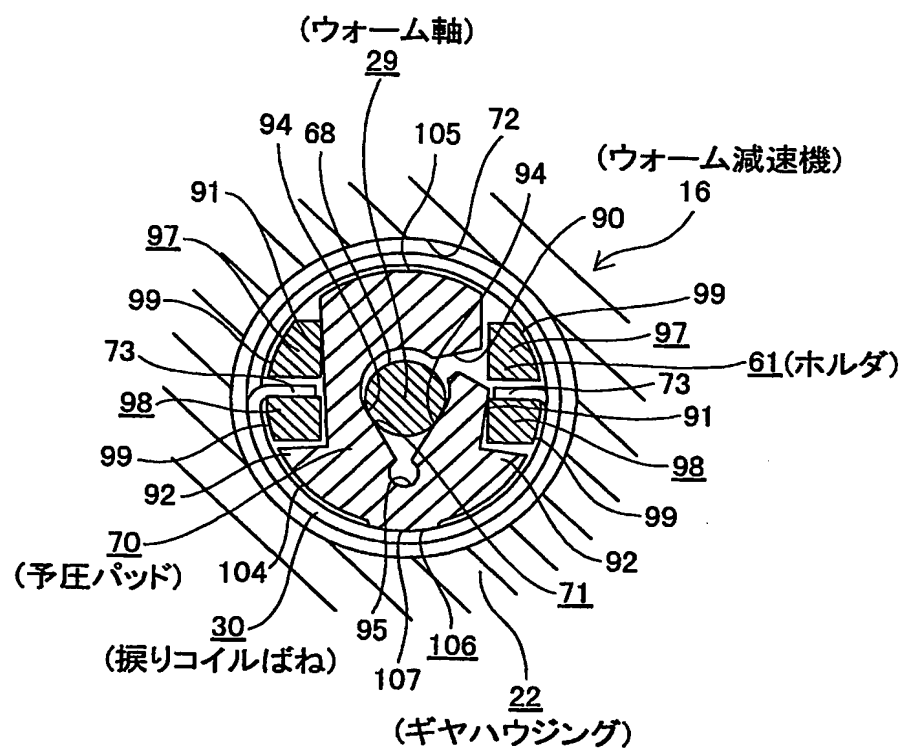




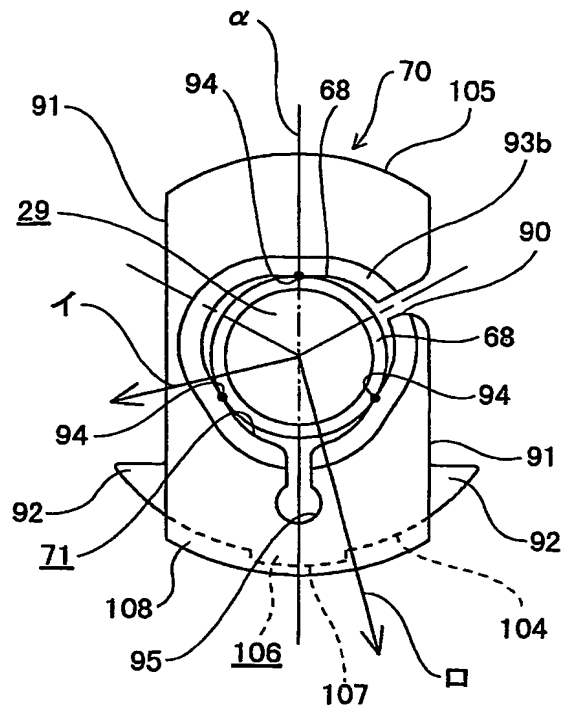
【図 5】



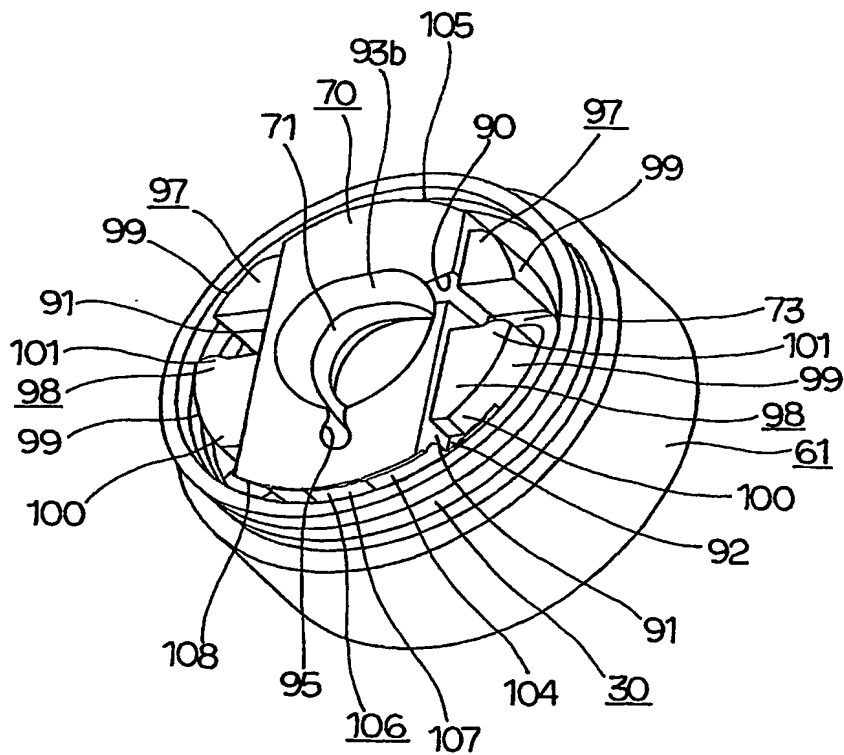
【図 6】



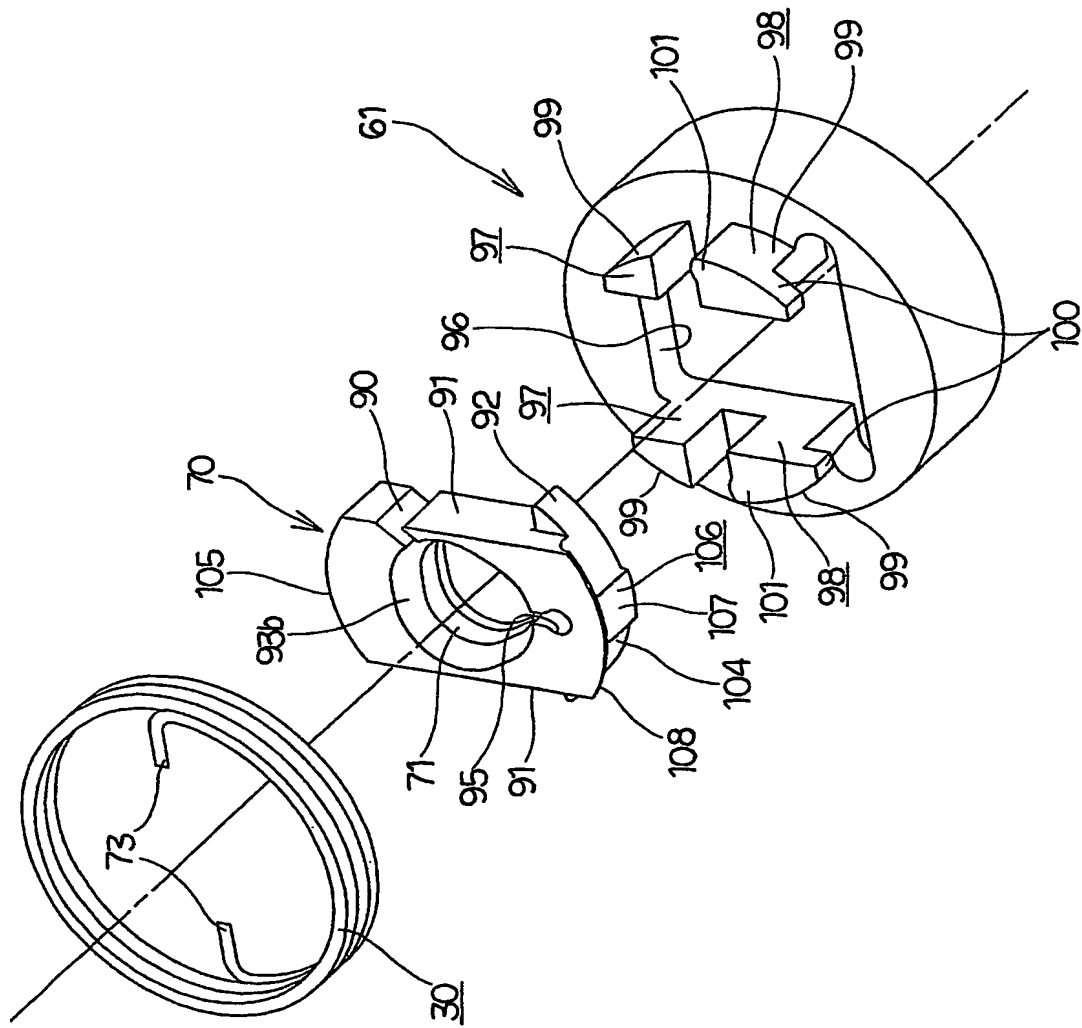
【図 7】



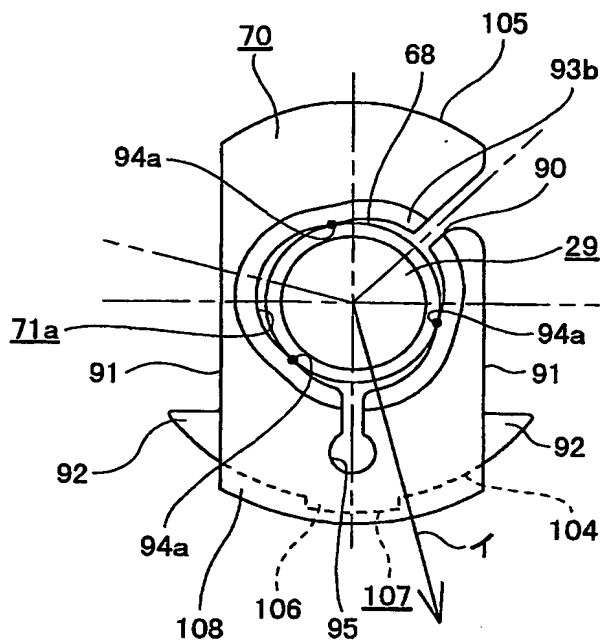
【図 8】



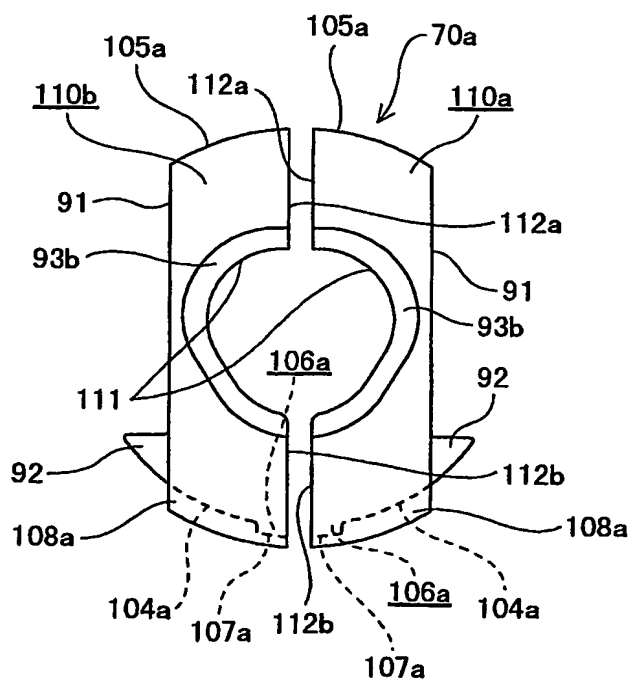
【図 9】



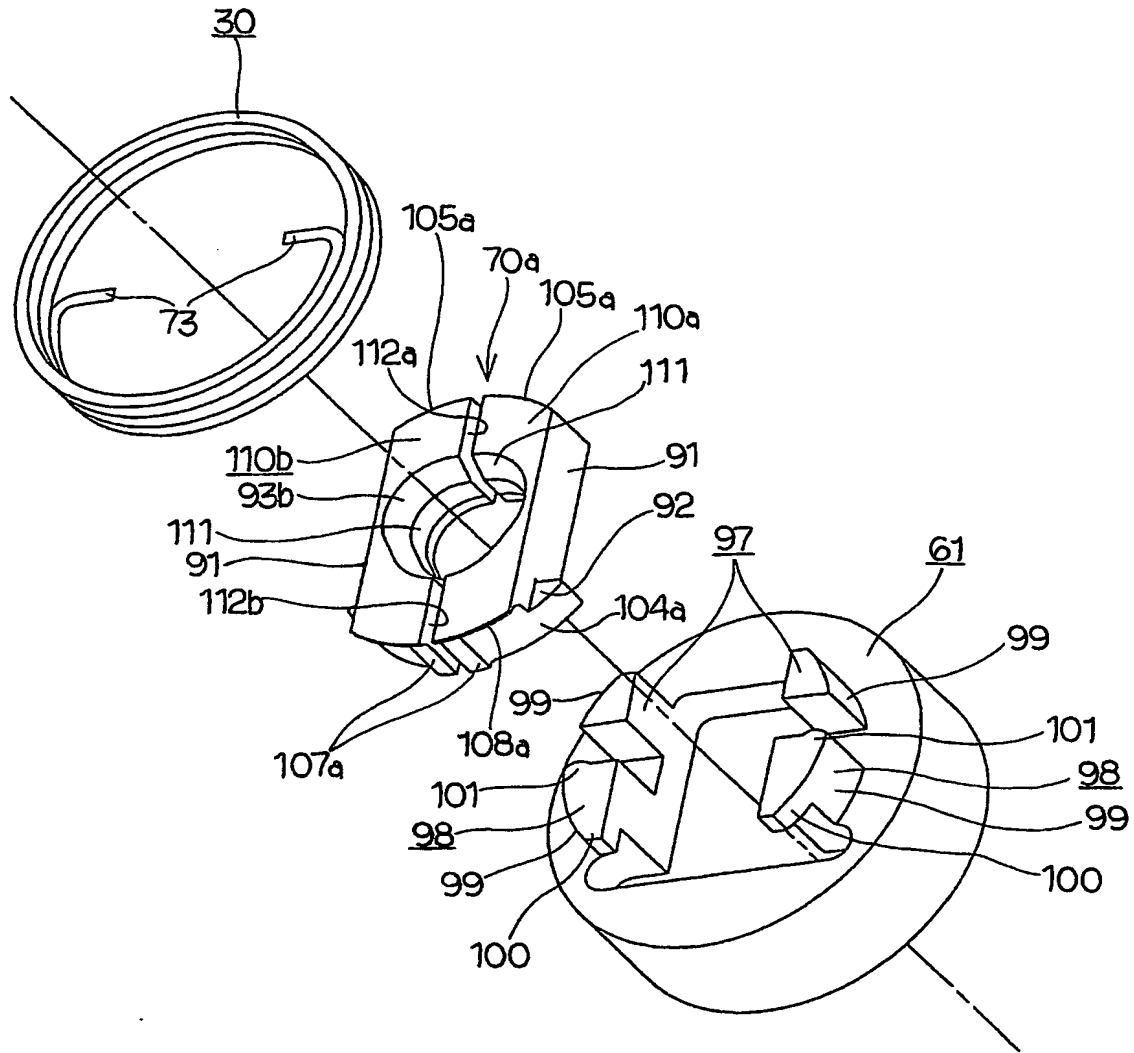
【図 10】



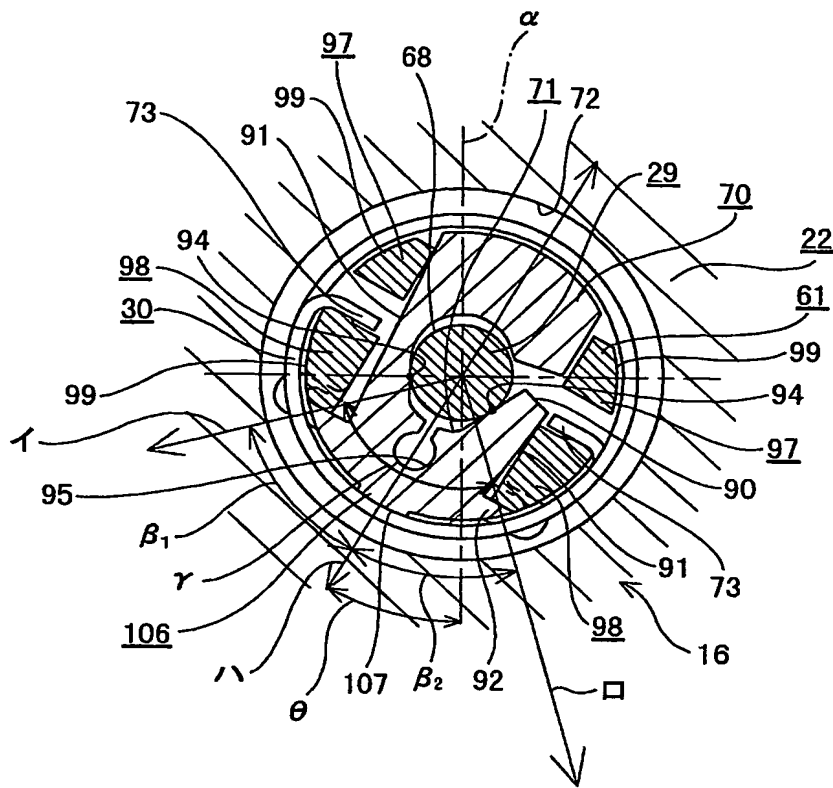
【図 11】



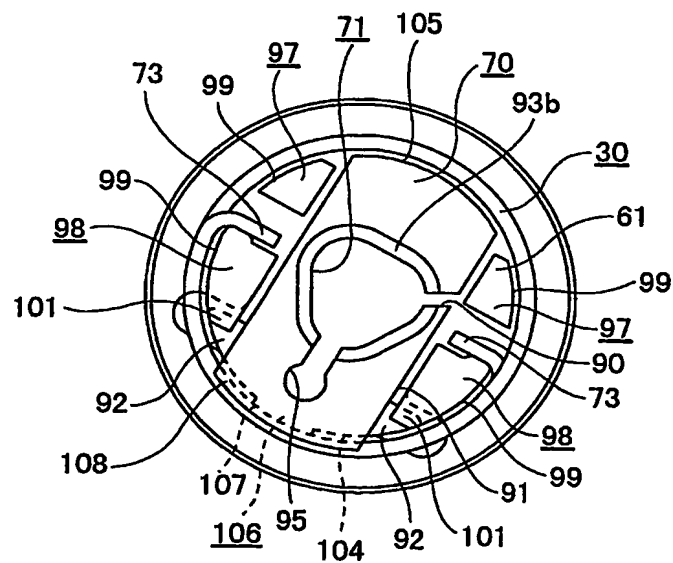
【図 12】



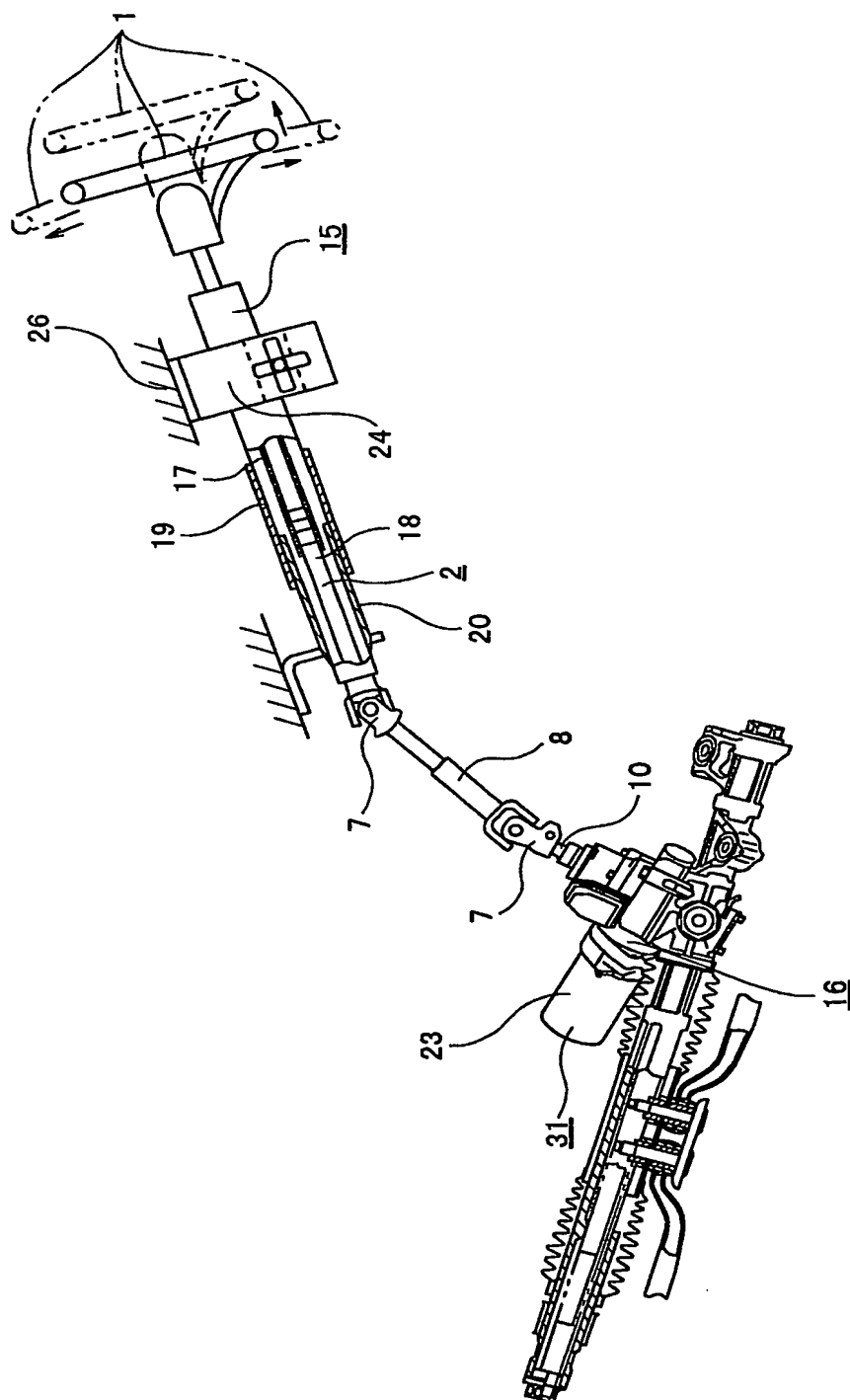
【図 13】



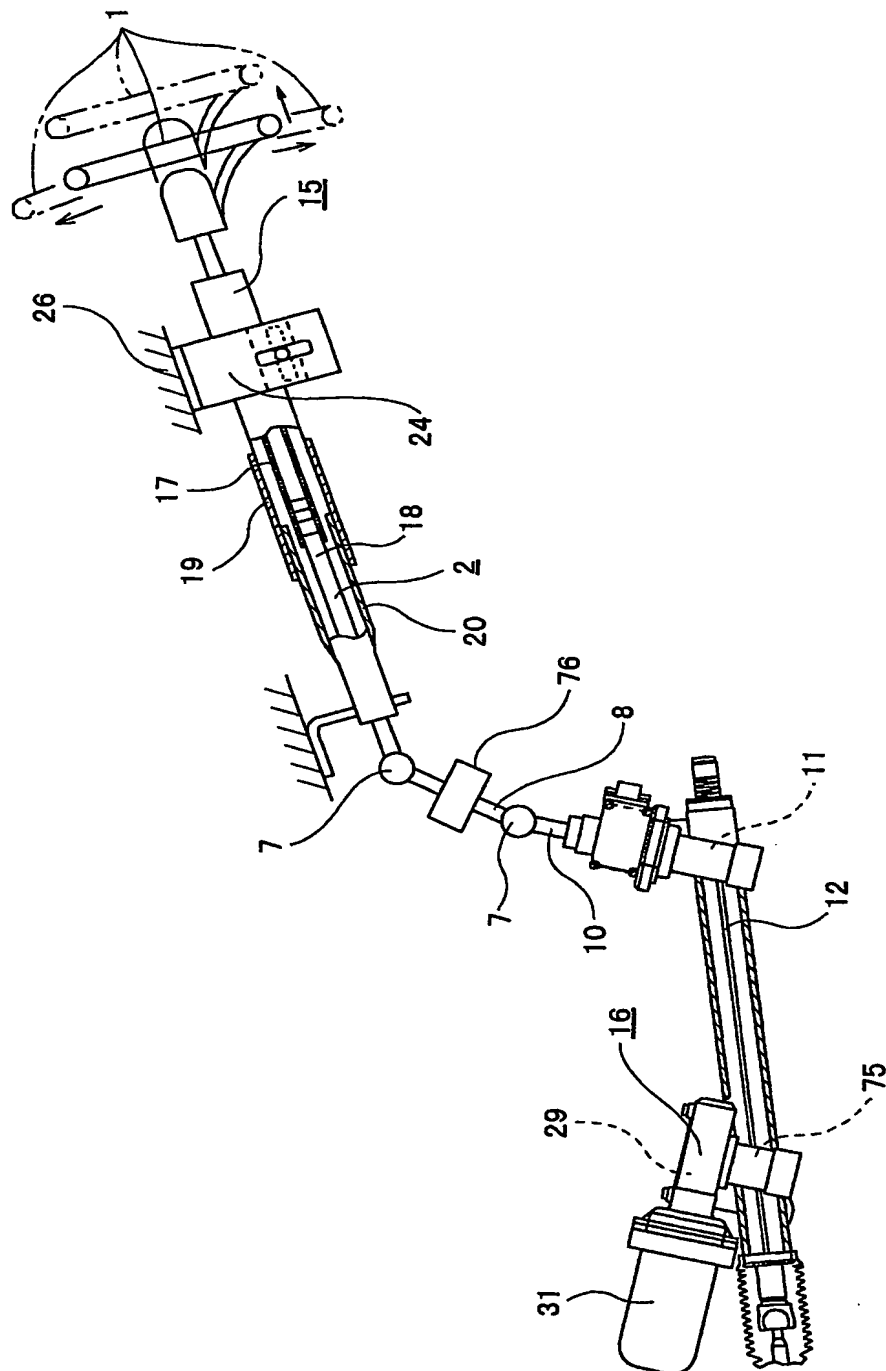
【図 14】



【図 15】

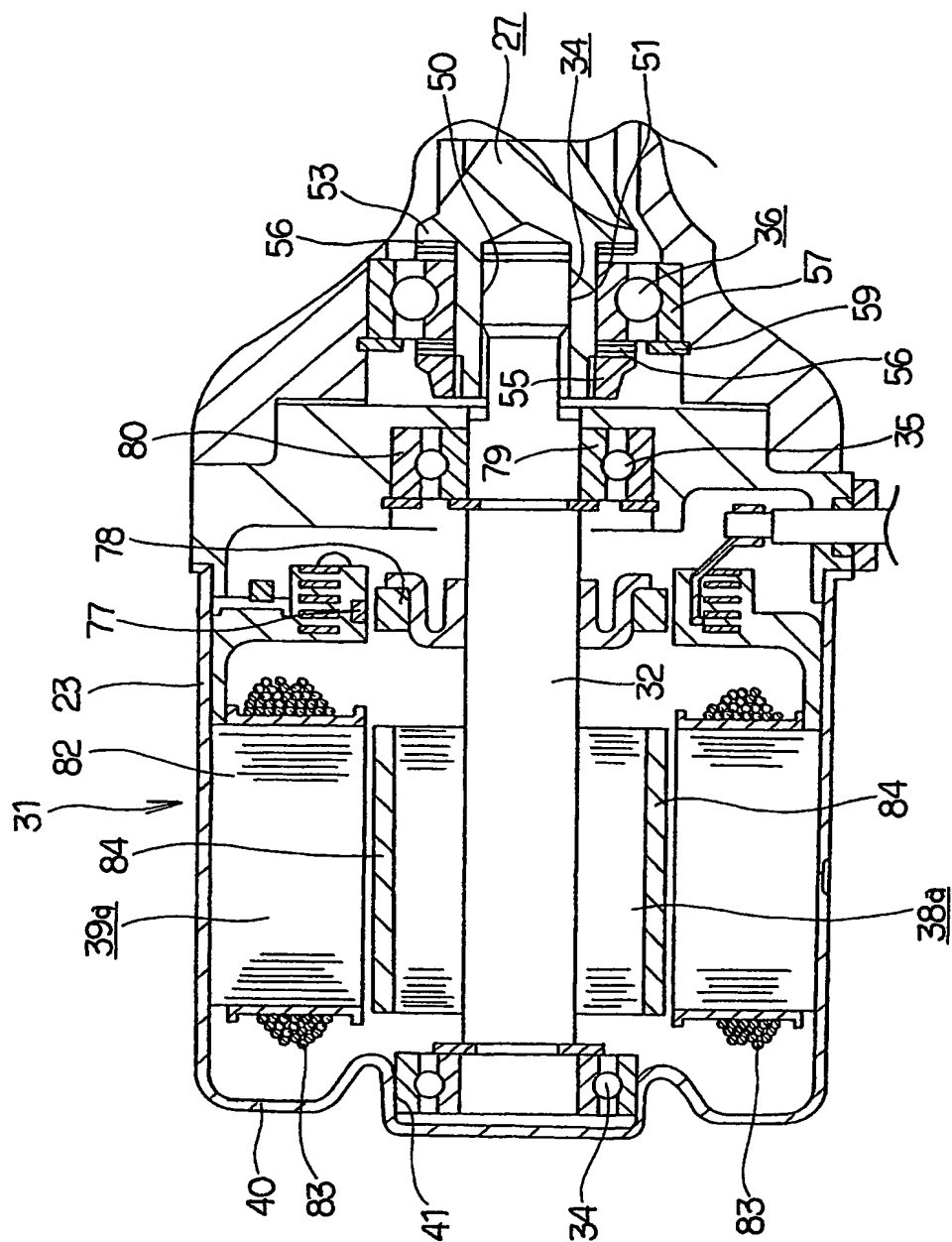


【図 16】

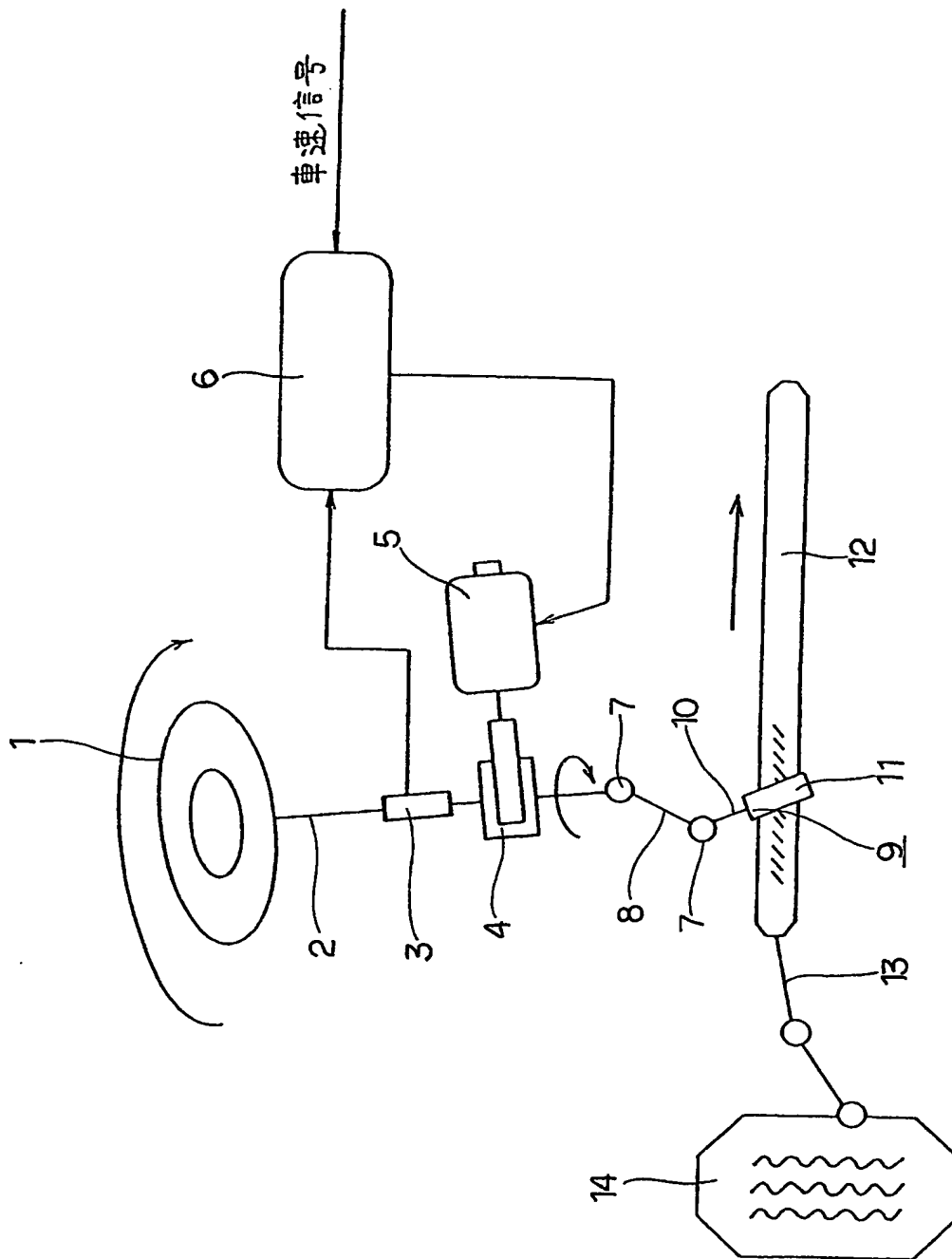




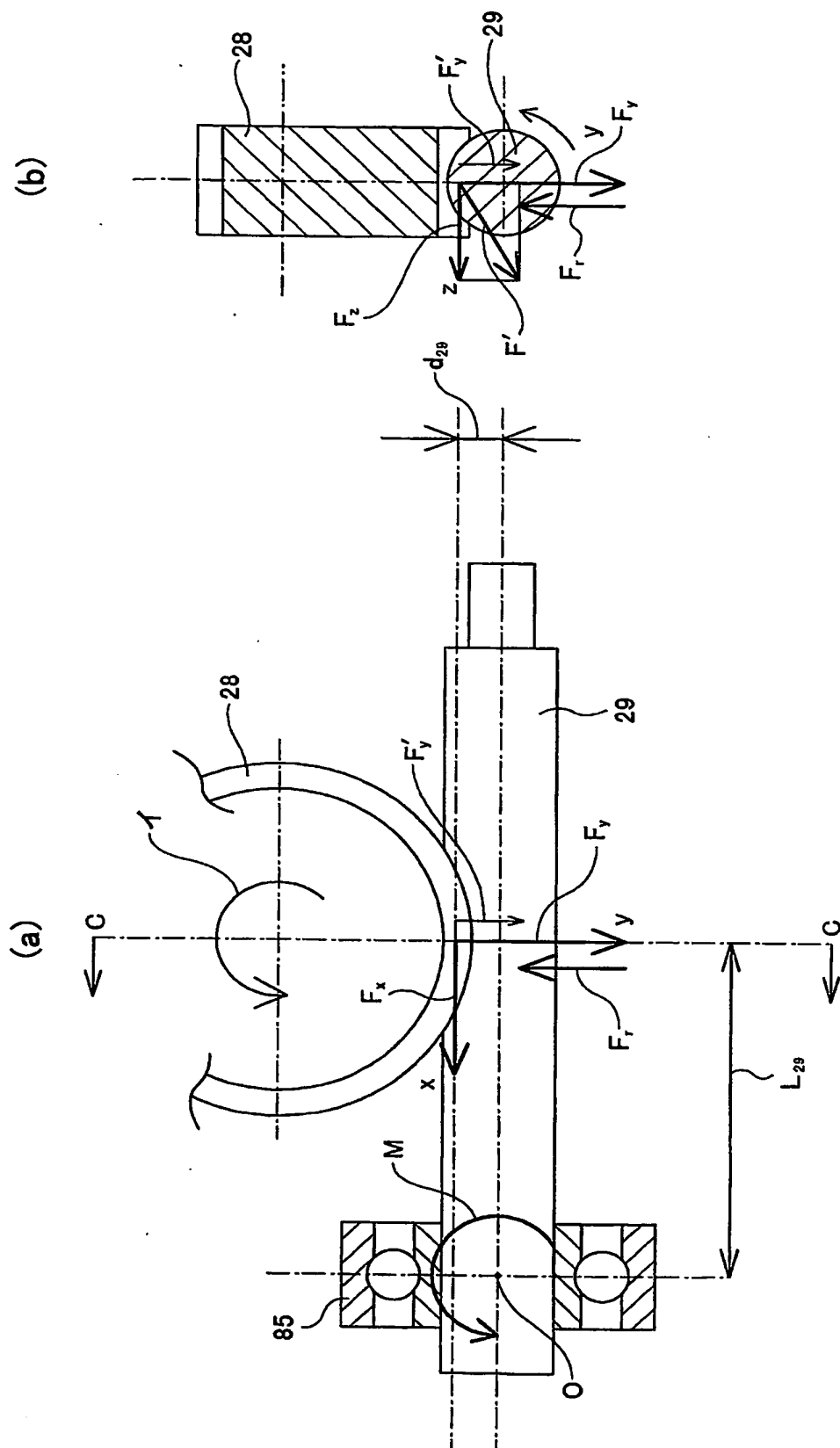
【図 17】



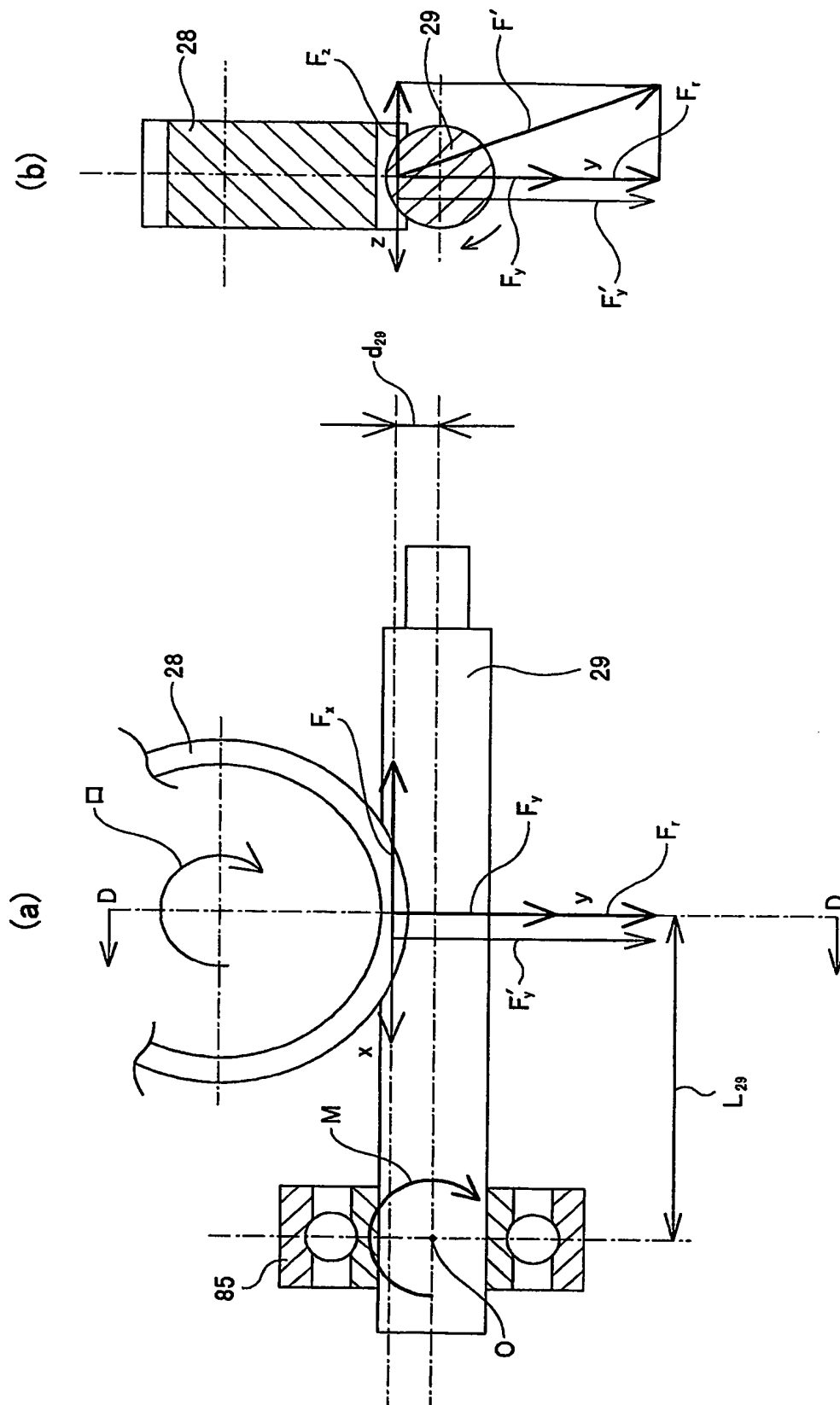
【図18】



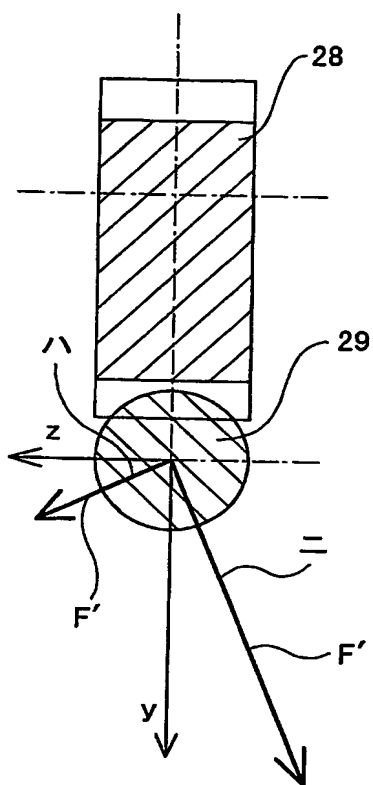
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 ウォーム減速機 16 での歯打ち音の発生と異音の発生を抑える。

【解決手段】 振りコイルばね 30 により、ウォーム軸 29 に、予圧パッド 70 を介してウォームホイールに向かう方向の弾力を付与する。この予圧パッド 70 は、ギヤハウジング 22 に固定したホルダ 61 の一部側面により、幅方向に関する変位を規制する。上記振りコイルばね 30 の弾力に基づく上記予圧パッド 70 自身の弾性変形により、この予圧パッド 70 の側面を上記ホルダ 61 の一部側面に当接させる事で、この予圧パッド 70 とこの一部側面との隙間を小さくする。

【選択図】 図 6

特願 2003-180959

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004204]

1. 変更年月日	1990年 8月29日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区大崎1丁目6番3号
氏 名	日本精工株式会社

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[302066629]

1. 変更年月日

2002年11月21日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区大崎1丁目6番3号

氏 名

NSKステアリングシステムズ株式会社